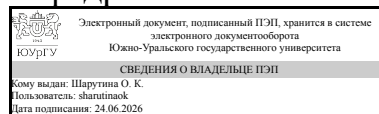


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



О. К. Шарутина

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М0.07.02 Масс-спектрометрия органических соединений  
для направления 04.04.01 Химия

уровень Магистратура

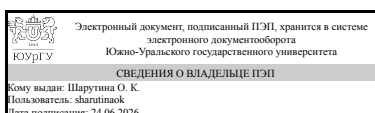
магистерская программа Органическая и элементоорганическая химия

форма обучения очная

кафедра-разработчик Теоретическая и прикладная химия

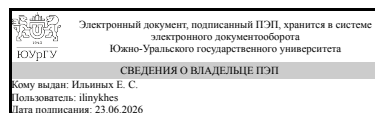
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утверждённым приказом Минобрнауки от 13.07.2017 № 655

Зав.кафедрой разработчика,  
д.хим.н., проф.



О. К. Шарутина

Разработчик программы,  
к.хим.н., доц., доцент



Е. С. Ильиних

## 1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью освоения дисциплины «Масс-спектрометрия органических соединений» является получение студентами систематизированных знаний об идентификации и анализе органических соединений методом масс-спектрометрии и его месте среди современных физико-химических методов анализа. Задачи дисциплины «Масс-спектрометрия органических соединений»: 1) дать студентам ясное представление о возможностях и недостатках изучаемого метода; 2) рассказать об основах теории и аппаратного оформления метода; 3) изложить принципы получения спектральной информации и способы ее интерпретации; 3) научить применению изучаемого метода для идентификации органических соединений; 4) дать навыки совместного (комплексного) использования химических и спектральных методов.

## Краткое содержание дисциплины

Содержание дисциплины «Масс-спектрометрия органических соединений» включает в себя обзор таких методов идентификации и исследования органических соединений, как методы масс-спектрометрии, ГХ-МС и ВЭЖХ-МС, их особенностей и областей применения, а также основные методики идентификации органических соединений с использованием аналитических данных, полученных указанными методами. Огромное разнообразие органических соединений требует существования надёжных методов их исследования. Изучение строения и свойств органических веществ предполагает использование комплекса химических и физических методов, тесно связанных друг с другом. Роль физических методов в решении задач синтетической органической химии непрерывно возрастает, причем эти методы не только сокращают время, необходимое для исследования, но дают принципиально новую информацию о строении соединений и их свойствах, а также позволяют делать выводы об их реакционной способности. Среди современных физических методов исследования органических соединений значительная роль отводится методу масс-спектрометрии, основанному на ионизации и фрагментации вещества в электромагнитном поле. Особое внимание уделено возможностям метода масс-спектрометрии и путям его наиболее рационального применения для решения конкретных задач современной органической химии, связанных с синтезом и анализом органических соединений. Изучение дисциплины сопровождается решением задач и упражнений, чтобы углубить и научиться активно применять теоретические знания к решению реальных проблем, связанных с установлением структуры и идентификации органических веществ; подготовить студентов к осознанной и уверенной работе в лаборатории и последующему выполнению выпускных квалификационных работ. Во время изучения дисциплины студентам рекомендуется не ограничиваться конспектами лекций, а использовать как можно больше материала из приведенного списка литературы. Проработка курса постоянно должна сопровождаться самостоятельным решением задач и упражнений, как заимствованных из предлагаемых учебных материалов, так и с использованием материалов оригинальных журнальных публикаций (на русском и английском языках).

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                 | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-6 Способен использовать современные методы идентификации и исследования структуры органических и элементоорганических соединений | <p>Знает: основные теоретические понятия и закономерности метода масс-спектрометрии органических соединений, характеристики и принципы работы современных масс-спектрометров, в том числе хромато-масс-спектрометров, использующихся для анализа органических соединений</p> <p>Умеет: прогнозировать вид и характер масс-спектра органического соединения в зависимости от его принадлежности к определенному классу</p> <p>Имеет практический опыт: анализа масс-спектров органических соединений и использования результатов данного анализа для идентификации их структуры</p> |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ           |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | Производственная практика (преддипломная) (4 семестр) |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                                                                       | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|------|
|                                                                                                                          |             | Номер семестра                     |      |
|                                                                                                                          |             | 1                                  | 2    |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                                                                            | 216         | 108                                | 108  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                                                               | 96          | 48                                 | 48   |
| Лекции (Л)                                                                                                               | 48          | 24                                 | 24   |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)                                               | 48          | 24                                 | 24   |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                                 | 0           | 0                                  | 0    |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                                                                      | 105,25      | 53,75                              | 51,5 |
| Подготовка к докладу                                                                                                     | 4           | 2                                  | 2    |
| Чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины. Подготовка к устным опросам | 15,5        | 8                                  | 7.5  |

|                                          |       |       |         |
|------------------------------------------|-------|-------|---------|
| Подготовка к зачету                      | 36    | 36    | 0       |
| Подготовка к экзамену                    | 36    | 0     | 36      |
| Подготовка к коллоквиумам                | 7,75  | 7.75  | 0       |
| Подготовка к контрольным работам         | 6     | 0     | 6       |
| Консультации и промежуточная аттестация  | 14,75 | 6,25  | 8,5     |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен) | -     | зачет | экзамен |

## 5. Содержание дисциплины

| №<br>раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                               | Объем аудиторных занятий<br>по видам в часах |    |    |    |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----|----|----|
|              |                                                                                                                | Всего                                        | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1            | Введение. Общие понятия и основные определения масс-спектрометрии                                              | 4                                            | 4  | 0  | 0  |
| 2            | Основы масс-спектрометрического анализа                                                                        | 20                                           | 18 | 2  | 0  |
| 3            | Интерпретация масс-спектральных данных и их использование для идентификации структуры органического соединения | 60                                           | 18 | 42 | 0  |
| 4            | Практические аспекты применения масс-спектрометрии                                                             | 12                                           | 8  | 4  | 0  |

### 5.1. Лекции

| №<br>лекции | №<br>раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Кол-<br>во<br>часов |
|-------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1, 2        | 1            | Введение. Исторический обзор. Блок-схема масс-спектрометра. Основные принципы метода масс-спектрометрии. Системы ввода пробы в масс-спектрометр. Основные задачи масс-спектрометрии в анализе органических соединений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 4                   |
| 3, 4, 5     | 2            | Основы масс-спектрометрического анализа. Методы ввода вещества в ионный источник: прямой ввод, пиролиз, обогреваемый ввод, мембранный ввод, суперкритическая жидкостная хроматография, электрофорез, десорбционные методы, хроматография. Основы газовой хроматографии. Основы жидкостной хроматографии.                                                                                                                                                                                                                                | 6                   |
| 6, 7, 8     | 2            | Основы масс-спектрометрического анализа. Формирование ионных пучков. Методы ионизации в масс-спектрометрии: ионизация электронами, химическая ионизация, ионизация электрораспылением, ионизация с помощью бомбардировки ускоренными атомами/ионами, ионизация индуктивно-связанной плазмой. Краткий обзор иных малоиспользуемых методов ионизации: ионизация полем, десорбция полем, плазменная десорбция/ионизация, ионизация термораспылением, ионизация «в пучке», электрогидродинамическая ионизация, ионизация в тлеющем разряде. | 6                   |
| 9, 10, 11   | 2            | Основы масс-спектрометрического анализа. Методы разделения ионов в масс-спектрометрии: магнитный и электростатический масс-анализатор, квадрупольный масс-анализатор, ионные ловушки, масс-анализатор ионно-циклотронного резонанса.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6                   |
| 12, 13, 14  | 3            | Интерпретация масс-спектральных данных: обнаружение пика молекулярного иона и анализ изотопных пиков, рассмотрение общего вида масс-спектра, обнаружение пиков характеристических ионов. Общие подходы к идентификации органических соединений по масс-спектру ионизации электронами.                                                                                                                                                                                                                                                   | 6                   |
| 15, 16, 17  | 3            | Интерпретация масс-спектральных данных. Основные типы процессов фрагментации при ионизации электронами. Простые разрывы связей: отрывы алкильных радикалов, аллильный разрыв, бензильный разрыв,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6                   |

|            |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |
|------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|            |   | отрывы гетероатомов, образование ониеиных ионов, образование ацильных ионов. Пере-группировочные процессы. Перегруппировки с миграцией атома водорода: четырехчленные перегруппировки, перегруппировка Мак-Лафферти. Основные типы скелетных перегруппировок.                                                                                                                                                                                    |   |
| 18, 19, 20 | 3 | Интерпретация масс-спектральных данных. Характерные особенности фрагментации углеводов, галогенсодержащих соединений, аминов, спиртов и тиоспиртов: зависимость интенсивности пика молекулярного иона от особенностей строения изучаемого соединения, зависимость общего вида масс-спектра от особенностей строения изучаемого соединения, наиболее характерные направления фрагментации, характеристические ионы.                               | 6 |
| 21, 22     | 4 | Практические аспекты применения масс-спектрометрии. Количественный анализ в масс-спектрометрии. Основные принципы количественного масс-спектрального анализа. Хроматомасс-спектрометрия. Анализ многокомпонентных смесей. Количественный анализ с использованием внешнего и внутреннего стандарта.                                                                                                                                               | 4 |
| 23, 24     | 4 | Практические аспекты применения масс-спектрометрии. Масс-спектрометрия в экологии: методы и способы анализа, основные экотоксиканты. Масс-спектрометрия в нефтехимии: методы и способы анализа, основные типы анализируемых соединений. Масс-спектрометрия в допинговом анализе: методы и способы анализа, принципы обзорного и целевого анализа. Масс-спектрометрия в биологии: методы и способы анализа, принципы секвенирования полипептидов. | 4 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                            | Кол-во часов |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Коллоквиум 1 "Основы масс-спектрометрического анализа. Методы ввода пробы в ионный источник "                                                  | 2            |
| 2, 3, 4   | 3         | Характерные особенности фрагментации алканов, алкенов, алкинов в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами. Решение задач.          | 6            |
| 5, 6      | 3         | Характерные особенности фрагментации циклоалканов в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами. Решение задач.                       | 4            |
| 7, 8      | 3         | Характерные особенности фрагментации галогенпроизводных углеводов в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами. Решение задач.       | 4            |
| 9, 10     | 3         | Характерные особенности фрагментации аренов в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами. Решение задач.                             | 4            |
| 11        | 3         | Коллоквиум 2 "Основы масс-спектрометрического анализа. Методы ионизации пробы"                                                                 | 2            |
| 13, 14    | 3         | Характерные особенности фрагментации спиртов и фенолов в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами. Решение задач.                  | 4            |
| 15, 16    | 3         | Характерные особенности фрагментации карбонильных соединений в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами. Решение задач.            | 4            |
| 17        | 3         | Характерные особенности фрагментации карбоновых кислот и их производных в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами. Решение задач. | 2            |
| 18        | 3         | Контрольная работа 1 "Интерпретация масс-спектров алифатических и ароматических соединений"                                                    | 2            |
| 19, 20    | 3         | Характерные особенности фрагментации азотсодержащих соединений в условиях масс-спектрометрии с ионизацией электронами. Решение задач.          | 4            |
| 21, 22    | 3         | Характерные особенности гетероциклических соединений в условиях масс-                                                                          | 4            |

|    |   |                                                                                                              |   |
|----|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |   | спектрометрии с ионизацией электронами. Решение задач.                                                       |   |
| 23 | 3 | Контрольная работа 2 "Интерпретация масс-спектров кислород- и азотсодержащих соединений"                     | 2 |
| 12 | 4 | Применение масс-спектрометрии на практике. Заслушивание и обсуждение презентаций докладов студентов.         | 2 |
| 24 | 4 | Применение хромато-масс-спектрометрии на практике. Заслушивание и обсуждение презентаций докладов студентов. | 2 |

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС                                                                                                               | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к докладу                                                                                                     | 1. Краснокутская, Е. А. Спектральные методы исследования в органической химии : учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. — Томск : ТПУ, [б. г.]. — Часть II : ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия — 2013. — 88 с. 2. Ищенко, А. А. Масс-спектрометрия : учебное пособие / А. А. Ищенко, А. А. Гречников, А. А. Перов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 80 с. 3. Физические основы инструментальных методов анализа вещества. Физические методы : учебное пособие / М. В. Дубков, А. Е. Малютин, М. А. Буробин, В. В. Иванов. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 176 с. 4. Сильверстейн Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с. : ил. 5. Ильиных, Е.С. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие / Е.С. Ильиных, Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 63 с. | 1       | 2            |
| Чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины. Подготовка к устным опросам | 1. Краснокутская, Е. А. Спектральные методы исследования в органической химии : учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. — Томск : ТПУ, [б. г.]. — Часть II : ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия — 2013. — 88 с. 2. Ищенко, А. А. Масс-спектрометрия : учебное пособие / А. А. Ищенко, А. А. Гречников, А. А. Перов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 80 с. 3. Физические основы инструментальных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1       | 8            |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |    |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----|
|                       | методов анализа вещества. Физические методы : учебное пособие / М. В. Дубков, А. Е. Малютин, М. А. Буробин, В. В. Иванов. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 176 с. 4. Сильверстейн Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с. : ил. 5. Ильиных, Е.С. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие / Е.С. Ильиных, Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 63 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |    |
| Подготовка к зачету   | 1. Краснокутская, Е. А. Спектральные методы исследования в органической химии : учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. — Томск : ТПУ, [б. г.]. — Часть II : ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия — 2013. — 88 с. 2. Ищенко, А. А. Масс-спектрометрия : учебное пособие / А. А. Ищенко, А. А. Гречников, А. А. Перов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 80 с. 3. Физические основы инструментальных методов анализа вещества. Физические методы : учебное пособие / М. В. Дубков, А. Е. Малютин, М. А. Буробин, В. В. Иванов. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 176 с. 4. Сильверстейн Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с. : ил. 5. Ильиных, Е.С. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие / Е.С. Ильиных, Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 63 с. | 1 | 36 |
| Подготовка к экзамену | 1. Краснокутская, Е. А. Спектральные методы исследования в органической химии : учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. — Томск : ТПУ, [б. г.]. — Часть II : ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия — 2013. — 88 с. 2. Ищенко, А. А. Масс-спектрометрия : учебное пособие / А. А. Ищенко, А. А. Гречников, А. А. Перов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 80 с. 3. Физические основы инструментальных методов анализа вещества. Физические методы : учебное пособие / М. В. Дубков, А. Е. Малютин, М. А. Буробин, В. В. Иванов. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 176 с. 4. Сильверстейн Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2 | 36 |

|                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|
|                                                                                                                          | / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с. : ил. 5. Ильиных, Е.С. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие / Е.С. Ильиных, Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 63 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |      |
| Чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины. Подготовка к устным опросам | 1. Краснокутская, Е. А. Спектральные методы исследования в органической химии : учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. — Томск : ТПУ, [б. г.]. — Часть II : ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия — 2013. — 88 с. 2. Ищенко, А. А. Масс-спектрометрия : учебное пособие / А. А. Ищенко, А. А. Гречников, А. А. Перов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 80 с. 3. Физические основы инструментальных методов анализа вещества. Физические методы : учебное пособие / М. В. Дубков, А. Е. Малютин, М. А. Буробин, В. В. Иванов. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 176 с. 4. Сильверстейн Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с. : ил. 5. Ильиных, Е.С. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие / Е.С. Ильиных, Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 63 с. | 2 | 7,5  |
| Подготовка к коллоквиумам                                                                                                | 1. Краснокутская, Е. А. Спектральные методы исследования в органической химии : учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. — Томск : ТПУ, [б. г.]. — Часть II : ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия — 2013. — 88 с. 2. Ищенко, А. А. Масс-спектрометрия : учебное пособие / А. А. Ищенко, А. А. Гречников, А. А. Перов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 80 с. 3. Физические основы инструментальных методов анализа вещества. Физические методы : учебное пособие / М. В. Дубков, А. Е. Малютин, М. А. Буробин, В. В. Иванов. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 176 с. 4. Сильверстейн Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с. : ил. 5. Ильиных, Е.С. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие / Е.С. Ильиных,                                                                | 1 | 7,75 |

|                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |   |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
|                                  | Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 63 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |   |
| Подготовка к контрольным работам | 1. Краснокутская, Е. А. Спектральные методы исследования в органической химии : учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. — Томск : ТПУ, [б. г.]. — Часть II : ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия — 2013. — 88 с. 2. Ищенко, А. А. Масс-спектрометрия : учебное пособие / А. А. Ищенко, А. А. Гречников, А. А. Перов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 80 с. 3. Физические основы инструментальных методов анализа вещества. Физические методы : учебное пособие / М. В. Дубков, А. Е. Малютин, М. А. Буробин, В. В. Иванов. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 176 с. 4. Сильверстейн Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с. : ил. 5. Ильиных, Е.С. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие / Е.С. Ильиных, Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 63 с. | 2 | 6 |
| Подготовка к докладу             | 1. Краснокутская, Е. А. Спектральные методы исследования в органической химии : учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. — Томск : ТПУ, [б. г.]. — Часть II : ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия — 2013. — 88 с. 2. Ищенко, А. А. Масс-спектрометрия : учебное пособие / А. А. Ищенко, А. А. Гречников, А. А. Перов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 80 с. 3. Физические основы инструментальных методов анализа вещества. Физические методы : учебное пособие / М. В. Дубков, А. Е. Малютин, М. А. Буробин, В. В. Иванов. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 176 с. 4. Сильверстейн Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с. : ил. 5. Ильиных, Е.С. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие / Е.С. Ильиных, Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 63 с. | 2 | 2 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия                                                             | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 1        | Текущий контроль | Коллоквиум 1 "Основы масс-спектрометрического анализа. Методы ввода пробы в ионный источник " | 1   | 10         | Коллоквиум 1 содержит 5 вопросов разного уровня сложности. Ответ на каждый вопрос оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом:<br>2 балла – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет;<br>1 балл – вопрос раскрыт не менее, чем на 50%, допущены 1-2 не грубые ошибки;<br>0 баллов –ответ на вопрос отсутствует или раскрыт менее, чем на 50%.                                                                  | зачет            |
| 2    | 1        | Текущий контроль | Коллоквиум 2 "Основы масс-спектрометрического анализа. Методы ионизации пробы"                | 1   | 10         | Коллоквиум 2 содержит 5 вопросов разного уровня сложности. Ответ на каждый вопрос оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом:<br>2 балла – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет;<br>1 балл – вопрос раскрыт не менее, чем на 50%, допущены 1-2 негрубые ошибки;<br>0 баллов –ответ на вопрос отсутствует или раскрыт менее, чем на 50%.                                                                   | зачет            |
| 3    | 1        | Текущий контроль | Опрос 1                                                                                       | 1   | 6          | В ходе опроса, который осуществляется на практическом занятии, студенту предоставляется для решения задача по теме практического занятия. Всего студент может пройти 3 опроса в течение семестра. Каждый опрос оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом:<br>2 балла - правильное решение задачи;<br>1 балл - частично правильное решение задачи;<br>0 баллов - неправильное решение задачи или отказ от решения. | зачет            |
| 4    | 1        | Текущий контроль | Доклад 1                                                                                      | 1   | 5          | После проверки преподавателем презентаций, на практическом занятии заслушиваются доклады студентов по выбранным темам. Оценивание доклада с презентацией осуществляется следующим                                                                                                                                                                                                                                      | зачет            |

|   |   |                          |                                                                                             |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |
|---|---|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                          |                                                                                             |   | <p>образом:</p> <p>1) подготовлен доклад - 1 балл;</p> <p>2) подготовлена презентация - 1 балл;</p> <p>3) оформление презентации соответствует требованиям - 1 балл;</p> <p>4) тема доклада раскрыта полностью - 1 балл;</p> <p>5) студент отвечал на вопросы аудитории по теме доклада - 1 балл.</p> <p>Если доклад и презентация доклада не подготовлены, студент получает 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |
| 5 | 1 | Промежуточная аттестация | Зачет                                                                                       | - | <p>5</p> <p>Ответ на вопрос в рамках зачета оценивается по следующей шкале:</p> <p>5 баллов – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет;</p> <p>4 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, ошибок в ответе нет;</p> <p>3 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, допущены 1–2 негрубые ошибки;</p> <p>2 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 60%, ошибок нет, или вопрос раскрыт практически полностью, но содержит 1–2 ошибки;</p> <p>1 балл – ответ не является логически обоснованным и законченным, содержит отрывочные сведения, не менее 20% от полного ответа;</p> <p>0 баллов – ответ на вопрос отсутствует или менее 20% верных сведений.</p>                                            | зачет   |
| 6 | 2 | Текущий контроль         | Контрольная работа 1 "Интерпретация масс-спектров алифатических и ароматических соединений" | 1 | <p>9</p> <p>Контрольная работа 1 содержит 3 задания разного уровня сложности. Каждое задание оценивается от 0 до 3 баллов следующим образом:</p> <p>3 балла – задание решено в целом правильно, содержится не более двух не грубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задания, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и грамотная (правильно написанная формула вещества и/или правильно написанное уравнение реакции), решение доведено до ответа;</p> <p>2 балла – в решении содержатся 2–3 ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 60% полного решения задания;</p> <p>1 балл – в процессе решения</p> | экзамен |

|   |   |                  |                                                                                          |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|---|---|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                                                                                          |   |   | <p>задания допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями и умениями по данной теме, или изложено менее 40% полного решения;</p> <p>0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |
| 7 | 2 | Текущий контроль | Контрольная работа 2 "Интерпретация масс-спектров кислород- и азотсодержащих соединений" | 1 | 9 | <p>Контрольная работа 2 содержит 3 задания разного уровня сложности. Каждое задание оценивается от 0 до 3 баллов следующим образом:</p> <p>3 балла – задание решено в целом правильно, содержится не более двух не грубых ошибок, не повлиявших на общий ход решения задания, верно выбран метод решения, запись решения последовательная и грамотная (правильно написанная формула вещества и/или правильно написанное уравнение реакции), решение доведено до ответа;</p> <p>2 балла – в решении содержатся 2–3 ошибки, не повлиявшие существенно на ход решения, или решение не доведено до ответа, но при этом изложено не менее 60% полного решения задания;</p> <p>1 балл – в процессе решения задания допущены существенные ошибки, показавшие, что студент не владеет обязательными знаниями и умениями по данной теме, или изложено менее 40% полного решения;</p> <p>0 баллов – неверно выбран метод решения или изложено менее 20% полного решения.</p> | экзамен |
| 8 | 2 | Текущий контроль | Опрос 2                                                                                  | 1 | 6 | <p>В ходе опроса, который осуществляется на практическом занятии, студенту предоставляется для решения задача по теме практического занятия. Всего студент может пройти 3 опроса в течение семестра. Каждый опрос оценивается от 0 до 2 баллов следующим образом: 2 балла - правильное решение задачи; 1 балл - частично правильное решение задачи; 0 баллов - неправильное решение задачи или отказ от решения.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | экзамен |
| 9 | 2 | Текущий контроль | Доклад 2                                                                                 | 1 | 5 | <p>После проверки преподавателем презентаций, на практическом</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | экзамен |

|    |   |                          |         |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |
|----|---|--------------------------|---------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |   |                          |         |   | <p>занятия заслушиваются доклады студентов по выбранным темам. Оценивание доклада с презентацией осуществляется следующим образом:</p> <p>1) подготовлен доклад - 1 балл;<br/> 2) подготовлена презентация - 1 балл;<br/> 3) оформление презентации соответствует требованиям - 1 балл;<br/> 4) тема доклада раскрыта полностью - 1 балл;<br/> 5) студент отвечал на вопросы аудитории по теме доклада - 1 балл. Если доклад и презентация доклада не подготовлены, студент получает 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |
| 10 | 2 | Промежуточная аттестация | Экзамен | - | <p>10</p> <p>Экзамен проводится в форме устного собеседования по вопросам экзаменационного билета. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса. Ответ на каждый из двух вопросов оценивается по следующей шкале (максимально 5 баллов за 1 вопрос):</p> <p>5 баллов – вопрос раскрыт полностью, ошибок в ответе нет;<br/> 4 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, ошибок в ответе нет;<br/> 3 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 80%, допущены 1–2 негрубые ошибки;<br/> 2 балла – вопрос раскрыт не менее, чем на 60%, ошибок нет, или вопрос раскрыт практически полностью, но содержит 1–2 ошибки;<br/> 1 балл – ответ не является логически обоснованным и законченным, содержит отрывочные сведения, не менее 20% от полного ответа;<br/> 0 баллов – ответ на вопрос отсутствует или менее 20% верных сведений.</p> | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                          | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                      | Мероприятие промежуточной аттестации (экзамен) не является обязательным. Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине осуществляется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг до | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                         |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|       | величины, соответствующей оценке "удовлетворительно", "хорошо" или "отлично", пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации (экзамен). Экзамен проводится в форме устного собеседования по вопросам экзаменационного билета с дополнительным предоставлением письменного ответа на вопросы билета. Экзаменационный билет содержит 2 вопроса по содержанию пройденного курса. Студенту дается 40 минут на подготовку ответа. Затем студент отвечает на вопросы билета, преподаватель задает студенту дополнительные вопросы (если необходимо) и в целом оценивает его ответ. |                                         |
| зачет | Мероприятие промежуточной аттестации (зачет) не является обязательным. Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине осуществляется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг на зачете. Зачет проводится в форме устного собеседования. Студенту задается 1 вопрос по одной из тем курса. Студенту дается 15 минут на подготовку ответа. Затем студент озвучивает свой ответ. Преподаватель задает вопросы (если необходимо) и в целом оценивает ответ студента.                          | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                   | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ПК-6        | Знает: основные теоретические понятия и закономерности метода масс-спектрометрии органических соединений, характеристики и принципы работы современных масс-спектрометров, в том числе хромато-масс-спектрометров, использующихся для анализа органических соединений | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  |
| ПК-6        | Умеет: прогнозировать вид и характер масс-спектра органического соединения в зависимости от его принадлежности к определенному классу                                                                                                                                 |      |   | + |   | + | + | + | + |   | +  |
| ПК-6        | Имеет практический опыт: анализа масс-спектров органических соединений и использования результатов данного анализа для идентификации их структуры                                                                                                                     |      |   | + | + | + | + | + | + | + | +  |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

Не предусмотрена

#### б) дополнительная литература:

1. Сильверстейн Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл ; пер. с англ. Н. М. Сергеева, Б. Н. Тарасевича. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 557 с. : ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Ильиных, Е.С. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие / Е.С. Ильиных, Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 63 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Ильиных, Е.С. Масс-спектрометрия в органической химии: учебное пособие / Е.С. Ильиных, Д.Г. Ким. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 63 с.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---|---------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература       | ЭБС издательства Лань                    | Краснокутская, Е. А. Спектральные методы исследования в органической химии : учебное пособие / Е. А. Краснокутская, В. Д. Филимонов. — Томск : ТПУ, [б. г.]. — Часть II : ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия — 2013. — 88 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/45172">https://e.lanbook.com/book/45172</a> |
| 2 | Основная литература       | ЭБС издательства Лань                    | Ищенко, А. А. Масс-спектрометрия : учебное пособие / А. А. Ищенко, А. А. Гречников, А. А. Перов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021. — 80 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/218513">https://e.lanbook.com/book/218513</a>                                                                                          |
| 3 | Дополнительная литература | ЭБС издательства Лань                    | Физические основы инструментальных методов анализа вещества. Физические методы : учебное пособие / М. В. Дубков, А. Е. Малютин, М. А. Буробин, В. В. Иванов. — Рязань : РГРТУ, 2023. — 176 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/439619">https://e.lanbook.com/book/439619</a>                                 |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.   | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Практические занятия и семинары | 202 (1а) | Аппаратура для проведения практических занятий с использованием презентаций (компьютер, мультимедийный проектор), печатный раздаточный материал  |
| Лекции                          | 202 (1а) | Аппаратура для проведения лекций с использованием презентаций (компьютер, мультимедийный проектор)                                               |

