

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана химического факультета,  
Чл.-корр. РАН, профессор



/С.Н. Калмыков/

«30» августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**Уровень высшего образования:**  
Магистратура

---

**Направление подготовки (специальность):**

04.04.01 Химия

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Органическая химия

**Форма обучения:**

очная

---

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
Учебно-методической комиссией факультета  
(протокол №3 от 13.05.2019)

Москва 2019

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 04.04.01 «Химия» (программа магистратуры) в редакции приказа МГУ от 30 августа 2019 г., №1033.

Год (годы) приема на обучение 2019/2020, 2020/2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП, блок В-ПД

2. Планируемые результаты обучения по практике, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников). Соответствие результатов обучения по данному элементу ОПОП результатам освоения ОПОП (в форме компетенция – индикатор достижения - ЗУВ) указано в Общей характеристике ОПОП.

Компетенция	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>СПК-1.М</b> Способен использовать фундаментальные разделы органической химии, современные методы органической и элементоорганической химии, физико-химического и структурного анализа органических веществ при проведении научных исследований по органической и элементоорганической химии	<b>СПК-1.М.2</b> Предлагает методы идентификации состава и структуры органических соединений	<b>Знать:</b> основные физико-химические принципы масс-спектрометрических методов анализа, а также вопросы строения, устойчивости и реакционной способности органических соединений. <b>Знать:</b> законы, лежащие в основе различных масс-спектрометрических методов анализа. <b>Уметь:</b> обоснованно выбирать подходящий вариант одного из масс-спектрометрических методов при решении задач профессиональной деятельности, устанавливать строение органических соединений по их масс-спектрам. <b>Уметь:</b> устанавливать строение органических соединений по их масс-спектрам. <b>Владеть:</b> формами и методами научного познания применительно к масс-спектрометрическим и родственным им физико-химическим методам анализа соединений <b>Владеть:</b> основными химическими теориями, концепциями, законами, лежащими в основе масс-спектрометрических методов анализа и применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных
<b>СПК-3.М</b> Способен использовать фундаментальные знания в области органической химии и смежных наук в практической и проектной деятельности в организациях научно-исследовательской и прикладной направленности при обсуждении	<b>СПК-3.М.2</b> Использует информационные базы данных для получения информации о методах синтеза, структуре и свойствах органических соединений	<b>Знать:</b> основные поисковые системы, базы данных и ведущие периодические издания по масс-спектрометрии органических соединений. <b>Уметь:</b> анализировать научную литературу с целью выбора масс-спектрометрических методов анализа для решения конкретных структурно-аналитических задач. <b>Владеть:</b> навыками к интерпретации и обсуждения результатов

полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных		проведенного исследования, основываясь на современной литературе по теории и практике масс-спектрометрических методов анализа.
--	--	--

3. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 46 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (19 часов занятия лекционного типа, 19 часов – занятия семинарского типа, 6 часов - индивидуальные консультации, 2 часа – промежуточный контроль успеваемости), 62 часа составляет самостоятельная работа студента.

4. Для того чтобы формирование данной компетенции было возможно, обучающийся должен:

знать: области применения, достоинства и недостатки различных методов синтеза гетероциклических соединений

уметь: обсуждать результаты проведенного исследования; ориентироваться в современной литературе по теории и методам синтеза гетероциклических соединений и их применению в различных областях органической, биологической и медицинской химии

владеть: основными химическими теориями, концепциями, законами, описывающими физико-химические явления, применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных.

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося, часы			
		из них					из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (*), промежуточной аттестации	<b>Всего</b>	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	<b>Всего</b>

Раздел 1. Базовые принципы масс-спектрометрии	<b>17</b>	4	4		1		<b>9</b>	8		<b>8</b>
Раздел 2. Методы ионизации и разделения ионов в масс-спектрометрии.	<b>17</b>	4	4		1		<b>9</b>	8		<b>8</b>
Раздел 3. Современные варианты масс-спектрометрических методов анализа	<b>13</b>	3	3		1		<b>7</b>	6		<b>6</b>
Раздел 4. Законы фрагментации основных классов органических соединений.	<b>13</b>	2	4		1		<b>7</b>	6		<b>6</b>
Раздел 5. Хроматомасс-спектрометрия	<b>12</b>	3	2		1		<b>6</b>	6		<b>6</b>
Раздел 6. Масс-спектрометрия биополимеров	<b>8</b>	3	2		1		<b>6</b>	2		<b>2</b>
Промежуточная аттестация <i>зачет</i>	<b>28</b>					2	<b>2</b>			<b>26</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>19</b>	<b>19</b>		<b>6</b>	<b>2</b>	<b>46</b>	<b>36</b>		<b>62</b>

(\* ) текущий контроль успеваемости осуществляется во время семинарских занятий

#### 6. Образовательные технологии:

- использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса;
- преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ.

#### 7. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Конспект лекций.

#### 8. Ресурсное обеспечение:

Со всех компьютеров МГУ организован доступ к полным текстам научных журналов и книг на русском и иностранных языках. Доступ открыт по IP-адресам, логин и пароль не требуются: <http://nbgmu.ru/>

- Перечень основной и вспомогательной учебной литературы ко всему курсу

#### **Основная литература**

1. **А.Т.Лебедев.** Масс-спектрометрия в органической химии. Бинوم. Москва, 2003, 493с.
2. **А.Т.Лебедев, К.А.Артеменко, Т.Ю.Самгина.** Основы масс-спектрометрии белков и пептидов. Техносфера, Москва, 2012, 187 с.

#### **Дополнительная литература**

2. **A.T. Lebedev.** Introduction to mass spectra interpretation: organic chemistry. *In "Mass spectrometry: instrumentation, interpretation and application"*, Ed.by [Rolf Ekman](#), [Jerzy Silberring](#), [A.M. Brinkmalm](#), [Dominic M. Desiderio](#), [Nico M. Nibbering](#); Wiley, 2008, 117-178
1. **A.T. Lebedev** (Ed.) Comprehensive environmental mass spectrometry. ILMPublications, 2012 UK, 510p.
2. Materials of the website of the Royal Society of Chemistry - [www.rsc.org](http://www.rsc.org)
3. **А.Т.Лебедев** (под редакцией). Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды. Техносфера, Москва, 2013, 632 с.
4. **А.Т.Лебедев.** Масс-спектрометрия в органической химии. Техносфера. Москва, 2015, 702с.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные базы данных, использование средств дистанционного сопровождения учебного процесса, преподавание дисциплин в форме авторских курсов по программам, составленным на основе результатов исследований научных школ МГУ

Описание материально-технической базы. Занятия проводятся в аудитории с доской, мелом (маркером) и техникой для демонстрации презентаций

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватели: в.н.с., д.х.н., профессор Лебедев Альберт Тарасович +8 (495) 939 14 07 [a.lebedev@org.chem.msu.ru](mailto:a.lebedev@org.chem.msu.ru)

#### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы оценочных средств для текущего контроля усвоения материала и промежуточной аттестации - зачет. На зачете проверяется формирование ЗУВ, перечисленных в п.2.

#### **Вопросы к зачету**

1. Изотоп, изотопомер, изотопное распределение. Формулы для расчета изотопного распределения.

2. Ионы: заряд и зарядовое число, способы классификации.
3. Масс-спектрометры: основные элементы и системы их поддержки, характеристики, способы классификации.
4. Ионизация газообразных веществ: электронная ионизация, захват электрона и химическая ионизация. Совместимые устройства ввода.
5. Электронная ионизация: основные принципы и процессы, достоинства и недостатки, возможности применения.
6. Химическая ионизация: основные принципы и процессы, достоинства и недостатки, возможности применения.
7. Полевая десорбция и ионизация
8. Бомбардировка быстрыми атомами.
9. Матрично-активированная лазерная десорбция/ионизация: основные принципы и процессы, роль матрицы, особенности масс-спектрального оборудования.
10. Фотоионизация.
11. Ионизация распылением в электрическом поле: основные принципы и процессы, особенности интерпретации масс-спектра.
12. Магнитный статический масс-анализатор: принцип действия, основное уравнение (с выводом), достоинства и недостатки.
13. Времяпролетный масс-анализатор: принцип действия, достоинства и недостатки.
14. Масс-спектрометрия высокого разрешения.
15. Квадрупольный масс-анализатор: принцип действия, области применения.
16. Ионный-циклотронный резонанс: принцип действия, достоинства и недостатки, совместимость с методами ионизации.
17. Орбитальная ионная ловушка: принцип действия, достоинства и недостатки, совместимость с методами ионизации.
18. Применение масс-спектрометрии в биологии и медицине: протеомика, секвенирование, идентификация микроорганизмов.
19. Изотопный анализ: методические основы и области применения.
20. Основные законы фрагментации органических соединений
21. Азотное правило
22. Фрагментация алканов в условиях электронной ионизации.
23. Фрагментация алкенов в условиях электронной ионизации.
24. Фрагментация алкинов в условиях электронной ионизации.
25. Фрагментация циклоалканов в условиях электронной ионизации.
26. Фрагментация ароматических углеводородов в условиях электронной ионизации.
27. Фрагментация спиртов и простых эфиров в условиях электронной ионизации.
28. Фрагментация аминов в условиях электронной ионизации.
29. Фрагментация альдегидов и кетонов в условиях электронной ионизации.
30. Фрагментация карбоновых кислот и их производных в условиях электронной ионизации.
31. Фрагментация галоген содержащих соединений в условиях электронной ионизации.
32. Фрагментация серусодержащих соединений в условиях электронной ионизации.
33. Фрагментация нитросоединений в условиях электронной ионизации.

### 34. Методы ионизации на открытом воздухе

#### Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения

Шкала оценивания знаний, умений и навыков является единой для всех дисциплин (приведена в таблице ниже)

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>				
Оценка \ Результат	2	3	4	5
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки, но не в активной форме	Сформированные навыки, применяемые при решении задач

<b>РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)</b>	<b>ФОРМА ОЦЕНИВАНИЯ</b>
<p>Знать: основные физико-химические принципы масс-спектрометрических методов анализа, а также вопросы строения, устойчивости и реакционной способности органических соединений.</p> <p>Знать: законы, лежащие в основе различных масс-спектрометрических методов анализа.</p> <p>Знать: основные поисковые системы, базы данных и ведущие периодические издания по масс-спектрометрии органических соединений.</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете
<p>Уметь: обоснованно выбирать подходящий вариант одного из масс-спектрометрических методов при решении задач профессиональной деятельности, устанавливать строение органических соединений по их масс-спектрам.</p> <p>Уметь: устанавливать строение органических соединений по их масс-спектрам.</p> <p>Уметь: анализировать научную литературу с целью выбора масс-спектрометрических методов анализа для решения конкретных структурно-аналитических задач.</p>	мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете



<p>Владеть: формами и методами научного познания применительно к масс-спектрометрическим и родственным им физико-химическим методам анализа соединений</p> <p>Владеть: основными химическими теориями, концепциями, законами, лежащими в основе масс-спектрометрических методов анализа и применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных</p> <p>Владеть: навыками к интерпретации и обсуждения результатов проведенного исследования, основываясь на современной литературе по теории и практике масс-спектрометрических методов анализа</p>	<p>мероприятия текущего контроля успеваемости, устный опрос на зачете</p>
---	---