

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Химический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 6 от 31.05.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Хромато-масс-спектрометрия

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

04.04.01 - Химия

---

Направленность образовательной программы

Аналитическая химия и экология

---

Форма обучения

очная, очно-заочная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03.ДВ.03.02 Хромато-масс-спектрометрия относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1-н: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках	ПК-1-н.1: Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий ПК-1-н.2: Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов	ПК-1-н.1: Уметь_составлять общий план исследования и детальных планов отдельных стадий в рамках задач хромато-масс-спектрометрического анализа. Знать_алгоритмы составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий в рамках задач хромато-масс-спектрометрического анализа. Владеть_навыками составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий в рамках задач хромато-масс-спектрометрического анализа.  ПК-1-н.2: Уметь_выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи хромато-масс-спектрометрического анализа исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов _____ Знать_основные принципы выбора экспериментальных и	Доклад-презентация Контрольная работа Реферат	Зачёт: Контрольные вопросы

		<p>расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи</p> <p>хромато-масс-спектрометрического анализа из имеющихся материальных и временных ресурсов _____</p> <p>Владеть навыками _ выбора экспериментальных и расчетно-теоретических методов решения поставленной задачи</p> <p>хромато-масс-спектрометрического анализа исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>		
<p>ПК-2-н: Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н.1: Проводит поиск специализированной информации в информационных базах данных</p> <p>ПК-2-н.2: Анализирует и обобщает результаты информационного поиска по тематике проекта в области органической и медицинской химии и/или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-2-н.1:</p> <p>Знать _основные современные ресурсы для поиска специализированной информации в информационных базах данных по хромато-масс-спектрометрическому анализу.</p> <p>Уметь пользоваться современными ресурсами для поиска специализированной информации в информационных базах данных по хромато-масс-спектрометрическому анализу.</p> <p>Владеть навыками поиска специализированной информации в информационных базах данных по хромато-масс-спектрометрическому анализу.</p> <p>ПК-2-н.2:</p> <p>Знать _основные алгоритмы анализа и обобщения результатов поиска по тематике проекта в области хромато-масс-спектрометрического анализа для решения задач в области аналитической химии, экологии.</p>	<p>Доклад-презентация</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Реферат</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p>



Масс-спектрометрия. Физические основы метода. Методы ионизации	28	28	7	7	7	7	14	14	14	14
Формирование масс-спектров	29	29	7	7	7	7	14	14	15	15
Масс-анализаторы и детекторы ионов	30	30	8	8	8	8	16	16	14	14
Обработка хромато-масс-спектрометрических данных	28	28	7	7	7	7	14	14	14	14
Возможности хромато-масс-спектрометрии и применение метода	28	28	7	7	7	7	14	14	14	14
Аттестация	0	0								
КСР	1	1					1	1		
Итого	144	144	36	36	36	36	73	73	71	71

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Газовая хроматография и хромато-масс-спектрометрия" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3627>).
- открытый онлайн-курс МООС "Газовая хроматография и хромато-масс-спектрометрия" (<https://mooc.unn.ru/enrol/index.php?id=67>).

Иные учебно-методические материалы: Мосягин П.В., Крылов В.А. Хроматомасс-спектрометрический метод анализа. Учебное пособие. Н.Новгород: Издательство ННГУ. 2021. 88 с.

Крылов В.А., Мосягин П.В. Хромато-масс-спектрометрическое определение веществ. Учебное пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. 80 с.

#### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

##### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

##### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. История появления и развития хромато-масс-спектрометрии.
2. Масс-спектрометрия MALDI.
3. Масс-спектрометрия DART.
4. Особенности сочетания газовых и жидкостных хроматографов с масс-детекторами.
5. Масс-спектрометрия отрицательных ионов.
6. Хромато-масс-спектрометрическое определение изомеров и изобаров.
7. Рекорды хромато-масс-спектрометрии в разрешающей способности масс-спектра, чувствительности определения, экспрессности анализа многокомпонентных смесей.
8. Использование химической ионизации в хромато-масс-спектрометрии
9. Масс-спектрометрия в изотопном анализе.

##### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Использование многомерной масс-спектрометрии.

2. Сочетания двумерной хроматографии с масс-спектрометрией.
3. Использование хромато-масс-спектрометрии в решении задач экологического мониторинга.
4. Использование хромато-масс-спектрометрии в исследовании биообъектов.
5. Автоматизация хромато-масс-спектрометрии и использование современных информационных средств в обработке результатов.
6. Современные методы пробоподготовки для хромато-масс-спектрометрического анализа.

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Доклад, презентация выполнены в соответствии с предъявляемыми требованиями, основные разделы по теме доклада раскрыты. Защита показала владение информацией по теме доклада. Получены ответы на дополнительные вопросы с несущественным недочетами. Возможны небольшие отклонения от предъявляемых требований. Допускается раскрытие темы доклада с некоторыми недочетами. Возможны негрубые ошибки при защите работы.
не зачтено	Не выполнены предъявляемые требования к докладу и презентации, тема доклада не раскрыта. Защита показала отсутствие понимания материала. Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Не получены ответы на дополнительные вопросы

#### 5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. Можно ли дифференцировать по точным  $m/z$  молекулярных ионов (полученных с помощью высокого разрешения) следующие соединения: а)этан и формальдегид; б) уксусную кислоту и изопропанол; в) цикlopentанол и *n*-гексан; г) 2-метилциклопентанон и циклогексанон; д) *n*-бутаналь и тетрагидрофуран?
2. Объясните принцип ионизации электронным ударом.
3. Объясните принцип химической ионизации.
4. Сравните по величине энергию ионизации молекулы с энергией появления осколочного иона, образовавшегося из нее.
5. Для чего нужен высокий вакуум в масс-спектрометре?
6. Почему в масс-спектральной практике используют масс-спектры, полученные при 70 эВ, если энергия ионизации большинства органических соединений лежит в пределах 7-10 эВ?
7. Какова разрешающая способность прибора ( $R$ ), если пики с  $m/z$  250 и 250.5 разрешаются на высоте 10%?
8. Энергия ионизации бензола равна 9.25 эВ. Будут ли различаться масс-спектры ЭУ, полученные при энергиях ионизирующих электронов 9.35 и 50 эВ? Будут ли меняться при этом чувствительность прибора и воспроизводимость получаемых спектров?
9. При каких энергиях бомбардирующих электронов создаются благоприятные условия для образования отрицательных ионов (захват электрона)?

#### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Объясните принцип действия магнитного масс-анализатора.
2. Объясните принцип действия квадрупольного масс-анализатора.
3. Объясните принцип действия времяпролетного масс-анализатора.
4. Что может случиться с положительными ионами, если изменить полярность магнита?
5. От каких факторов зависит кривизна траектории ионов в магнитном и электростатическом анализаторах?
6. Почему для калибровки шкалы масс используют перфторированные соединения?
7. Почему масс-спектры представляют в нормализованном виде? Чем различаются нормировки по основному пику и по полному ионному току?
8. Можно ли по целочисленным массам молекулярных ионов различать  $C_6H_5OH$ ,  $C_6H_5^{18}OH$ ,  $C_6H_3D_2OH$ ?

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
отлично	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме. Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
очень хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
хорошо	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок. Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
удовлетворительно	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок. Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме. Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
неудовлетворительно	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки.
плохо	Отсутствие знаний теоретического материала. Отсутствие минимальных умений. Отсутствие владения материалом.

Оценка	Критерии оценивания
	Невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

### 5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н

1. История появления и развития хромато-масс-спектрометрии.
2. Масс-спектрометрия MALDI.
3. Масс-спектрометрия DART.
4. Особенности сочетания газовых и жидкостных хроматографов с масс-детекторами.
5. Масс-спектрометрия отрицательных ионов.
6. Хромато-масс-спектрометрическое определение изомеров и изобаров.
7. Рекорды хромато-масс-спектрометрии в разрешающей способности масс-спектра, чувствительности определения, экспрессности анализа многокомпонентных смесей.
8. Использование химической ионизации в хромато-масс-спектрометрии
9. Масс-спектрометрия в изотопном анализе.

### 5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Реферат) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н

1. Использование многомерной масс-спектрометрии.
2. Сочетания двумерной хроматографии с масс-спектрометрией.
3. Использование хромато-масс-спектрометрии в решении задач экологического мониторинга.
4. Использование хромато-масс-спектрометрии в исследовании биообъектов.
5. Автоматизация хромато-масс-спектрометрии и использование современных информационных средств в обработке результатов.
6. Современные методы пробоподготовки для хромато-масс-спектрометрического анализа.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Реферат)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Реферат выполнен в соответствии с предъявляемыми требованиями, основные разделы по теме реферата раскрыты. Защита показала владение информацией по теме реферата. Получены ответы на дополнительные вопросы с несущественным недочетами. Возможны небольшие отклонения от предъявляемых требований. Допускается раскрытие темы реферата с некоторыми недочетами.
не зачтено	При написании реферата не выполнены предъявляемые требования, тема реферата не раскрыта. Защита показала отсутствие понимания материала. Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. Не получены ответы на дополнительные вопросы



## 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

#### 5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

##### Оценочное средство - Контрольные вопросы

##### *Зачёт*

##### Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Допустимый уровень знаний выше минимального. Продемонстрированы основные умения. При решении типовых заданий могут быть негрубые ошибки. Имеется набор навыков выше минимального для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки. При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения и базовые навыки. Или невозможность оценить наличие знаний, умений и навыков вследствие отказа обучающегося от ответа.

#### Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-1-н (Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках)

1. Физические основы метода масс-спектрометрии.

2. Ионизация электронным ударом. Выбор энергии ионизации.
3. Ионизация в электроспрее (ESI).
4. Основные законы формирования масс-спектров.
5. Структурные и стереохимические факторы формирования масс-спектра, орто-эффект.
6. Закономерности формирования масс-спектров фенолов, спиртов, карбонильных соединений.
7. Скорость сканирования спектра. Разрешающая способность масс-анализаторов.
8. Магнитные секторные масс-анализаторы.
9. Тандемные масс-спектрометры.
10. Проблема сочетания масс-детектора с газовыми и жидкостными хроматографами.
11. Режим сканирования ионов по полному ионному току.
12. Селективный ионный мониторинг.
13. Качественный хромато-масс-спектрометрический анализ. Базы данных масс-спектров.
14. Количественный хромато-масс-спектрометрический анализ.
15. Сочетание масс-детектора с двумерной хроматографией.
16. Перспективы развития метода хромато-масс-спектрометрии.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-2-н (Способен проводить информационные исследования в выбранной области химии, химической технологии и/или смежных с химией науках)**

1. Химическая ионизация.
2. Ионизация лазерной десорбцией при содействии матрицы (MALDI).
3. Ионизация метастабильными ионами на поверхности (DART).
4. Определение элементного состава на основании изотопных линий.
5. Закономерности формирования масс-спектров алканов, алкенов, диенов, алкинов.
6. Закономерности формирования масс-спектров аренов, галогенпроизводных углеводородов.
7. Закономерности формирования масс-спектров карбоновых кислот и сложных эфиров.
8. Квадрупольные масс-анализаторы.
9. Детекторы ионов в масс-спектрометрии.
10. Особенности выбора подвижной фазы и хроматографических колонок в хромато-масс-спектрометрии.
11. Использование изотопов в методе внутреннего стандарта.
12. Предел обнаружения метода хромато-масс-спектрометрии.
13. Сравнение возможностей масс-детектора с другими детекторами, используемыми в газовой и жидкостной хроматографии.
14. Практическое применение хромато-масс-спектрометрии.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### Основная литература:

1. Гриненк Е. В. Инструментальные методы анализа органических соединений. Масс-спектрометрия : учебное пособие для студентов направлений подготовки 18.03.01 «химическая технология», 18.03.02 «энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» / Гриненк Е. В., Васильев А. В. - Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2017. - 60 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции СПбГЛТУ - Химия. - ISBN 978-5-9239-0987-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=717848&idb=0>.
2. Гришин Иван Дмитриевич. Времяпролетная масс-спектрометрия с матрично-активированной лазерной десорбцией/ионизацией для анализа высокомолекулярных и металлоорганических соединений : учебно-методическое пособие / И. Д. Гришин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2014. - 49 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850402&idb=0>.
3. Ищенко А. А. Масс-спектрометрия : учебное пособие / Ищенко А. А., Гречников А. А., Перов А. А. - Москва : РТУ МИРЭА, 2021. - 80 с. - Книга из коллекции РТУ МИРЭА - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=801384&idb=0>.
4. Краснокутская Е. А. ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия. Ч. II : ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия / Краснокутская Е. А., Филимонов В. Д. - Томск : ТПУ, 2013. - 88 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТПУ - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=712945&idb=0>.
5. Мосягин П. В. Газохроматографическое определение органических токсикантов в воде : электронное учебно-методическое пособие / Мосягин П. В., Крылов В. А. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. - 64 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=729773&idb=0>.

### Дополнительная литература:

1. Лебедев Альберт Тарасович. Масс-спектрометрия в органической химии : учеб. пособие для вузов, обучающихся по специальности "Органическая химия". - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2003. - 493 с. : ил. - (Методы в химии). - ISBN 5-94774-052-4 : 150.00., 2 экз.
2. Лебедев Альберт Тарасович. Масс-спектрометрия в органической химии. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Техносфера, 2015. - 704 с. - (Мир химии). - ISBN 978-5-94836-409-4 : 500.00., 1 экз.
3. Лебедев Альберт Тарасович. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды / пер. с англ. под общ. ред. А. Т. Лебедева. - М. : Техносфера, 2013. - 632 с. - (Мир химии). - ISBN 978-5-94836-363-9 : 1600.00., 2 экз.
4. Изотопная масс-спектрометрия легких газообразующих элементов / РАН, Отд-ние химии и наук о материалах, Науч. совет по аналит. химии ; под ред. В. С. Севастьянова. - М. : Физматлит, 2011. - 240 с. - (Проблемы аналитической химии : изд. осн. в 1970 г. : возобновлено в 2010 г. / редкол.: Ю. А. Золотов (пред.) [и др.] ; т. 15). - ISBN 978-5-9221-1344-1 : 230.00., 1 экз.
5. Вульфсон Николай Сигизмундович. Масс-спектрометрия органических соединений. - М. : Химия, 1986. - 312 с. - 3.40., 3 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Электронная база данных масс-спектров NIST-2017 (установлена на компьютере лаборатории практикума).
2. Программы «X-Calibur» и «GCMSSolution 4.45 SP 1» - предназначена для обработки хромато-масс-спектрометрических результатов анализа и управления хромато-масс-спектрометром (установлена на компьютере лаборатории практикума).
3. Программа «Хромос» - предназначена для обработки хроматографических результатов анализа и управления газохроматографической системой (установлена на компьютерах лаборатории практикума).

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения:

- хромато-масс-спектрометры ThermoScientific Focus DSQ II и Shimadzu GCMS-QP2020;
- газовые хроматографы Хромос ГХ-1000 с катарометром, пламенно-ионизационным, электрозахватным, фотоионизационным детекторами, фотометрическим и пламенно-фотометрическим детекторами;

- набор капиллярных колонок с неполярной и полярной неподвижными фазами;

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 04.04.01 - Химия.

Автор(ы): Мосягин Павел Валерьевич, кандидат химических наук.

Заведующий кафедрой: Князев Александр Владимирович, доктор химических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.05.2023 г., протокол № 7.