



**Общество с ограниченной ответственностью  
«ЕДИНЫЙ ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ»**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Генеральный директор  
ООО «ЕЦ ДПО»  
А.Д. Симонова

«12» сентября 2020г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
повышения квалификации**

**«Масс-спектрометрия»**

(36 академических часов)

**г. Москва**



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общая характеристика программы .....	4
2. Планируемые результаты обучения при реализации программы.....	4
3. Содержание программы.....	5
3.1 Учебный план .....	5
3.2 Календарный учебный график.....	5
4. Структура программы .....	6
5. Форма аттестации .....	7
6. Оценочные материалы .....	8
7. Организационно-педагогические условия реализации программы ...	13
8. Рекомендуемая литература .....	13

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

## 1.1. Актуальность реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации

Актуальность дополнительной профессиональной программы «Масс-спектрометрия» обусловлена тем, что в настоящее время масс-спектрометрия считается наиболее востребованным и чувствительным методом анализа белков, пептидов, углеводов, ДНК, лекарств и многих других биологически активных молекул, и является незаменимым инструментом для биохимических исследований.

Программа предназначена для совершенствования знаний об основных подходах и возможностях метода масс-спектрометрии в области молекулярного, элементного и изотопного анализа природных и технических объектов.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Масс-спектрометрия» разработана на основе следующих документов:

Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

**1.2. Цель реализации программы** – совершенствование имеющихся профессиональных компетенций, необходимых для самостоятельной работы специалиста в области масс-спектральных методов анализа.

**1.3. Категория слушателей:** лица, имеющие высшее или среднее профессиональное образование

**1.4. Срок обучения:** 36 часов. Не более 8 академических часов в день.

**1.5. Форма обучения:** очная, очно-заочная и заочная с применением дистанционных образовательных технологий

**1.6 Выдаваемый документ:** по завершении обучения слушатель, освоивший дополнительную профессиональную программу и успешно прошедший итоговую аттестацию, получает удостоверение о повышении квалификации установленного образца в соответствии со ст. 60 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

**Профессиональные компетенции, приобретаемые и совершенствующиеся в результате обучения:**

По окончании обучения слушатель должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК):

- владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении исследований;
- способность к поиску и первичной обработке информации;

**Знать:**

- основные принципы работы масс-спектрального оборудования;
- особенности применения масс-спектрометрии для определения количественных характеристик;
- возможности, преимущества и недостатки масс-спектральных методик;
- нормы техники безопасности при работе с оборудованием.

**Уметь:**

- подбирать масс-спектральные методы для решения конкретных задач;
- интерпретировать результаты масс-спектральных методов.

**Владеть практическими навыками:**

- применения масс-спектральных методик в выбранной области исследования;
- работы на современном масс-спектрометрическом оборудовании;
- применения информационных и компьютерных технологий при проведении анализа реальных объектов, эксплуатации оборудования и обработке полученных результатов

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

#### 3.1 Учебный план

Учебный план определяет перечень, трудоёмкость и последовательность модулей и форму аттестации.

№	Наименование разделов	Всего часов	В том числе			
			Л	ПЗ	СР	Форма контроля
1.	Принцип работы и устройство масс-спектрометра	6	2	-	4	-
2.	Общая схема метода масс-спектрометрии	6	4	-	2	-
3.	Контроль качества и калибровка масс-спектрометра	6	4	-	2	-
4.	Масс-спектрометрические методы анализа	4	2	2	-	тест
5.	Применение масс-спектрометрического анализа в протеомике, генетике, онкологии	8	4	2	2	-
6.	Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой	4	2	-	2	-
<b>Итоговая аттестация</b>		<b>2</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>Зачет в форме тестирования</b>
<b>ИТОГО ЧАСОВ</b>		<b>36</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	

Л – Лекции

ПЗ – Практические занятия

СР – Самостоятельная работа

#### 3.2 Календарный учебный график

Срок обучения по программе «Масс-спектрометрия» составляет 36 академических часов по 8 часов в день.

День недели	Периоды освоения
Понедельник	Л+СР
Вторник	Л+СР

Среда	Л+СР
Четверг	Л+ПЗ+СР
Пятница	ИА
Суббота	В
Воскресенье	В

## 4. СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

### **Тема 1. Принцип работы и устройство масс-спектрометра**

Основные понятия и определения. Сущность масс-спектрометрии. История возникновения.

Современное состояние метода и области применения, значение и место среди других методов исследования.

Основные составляющие приборов масс-спектрометрии.

Классификация масс-спектральных приборов.

Принципы работы масс-спектрометров.

### **Тема 2. Общая схема метода масс-спектрометрии**

Принцип метода масс-спектрометрии.

Классификация методов по типам источников получения ионов (электронный удар, химическая ионизация, электрораспылительная ионизация, искровая масс-спектрометрия, масс-спектрометрия тлеющего разряда, лазерная масс-спектрометрия, масс-спектрометрия вторичных ионов).

Типы масс-анализаторов (статические, динамические, времяпролетные) и основные принципы их работы.

Масс-спектрометрия низкого и высокого разрешения.

### **Тема 3. Контроль качества и калибровка масс-спектрометра**

Способы калибровки. Их достоинства и недостатки.

### **Тема 4. Масс-спектрометрические методы анализа**

Качественный элементный и молекулярный анализ, особенности его проведения.

Количественный анализ: основные допущения.

Методы внешнего и внутреннего стандарта, изотопного разбавления, их аналитические характеристики.

Коэффициент относительной чувствительности и его роль в количественном масс-спектральном анализе.

Анализ металлов, изоляторов, порошков, жидкостей, газов.

Изотопный анализ. Послойный и локальный анализ.

### **Тема 5. Применение масс-спектрометрического анализа в протеомике, генетике, онкологии**

Применение масс-спектрометрии в различных областях человеческой деятельности.

Основы масс-спектрального анализа белковых соединений.

Масс-спектрометрия как метод диагностики наследственных болезней.

Ранняя диагностика онкологических заболеваний на основе масс-спектрометрического анализа.

### **Тема 6. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой**

Объекты анализа в масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Основы метода.

Конструкция и принцип работы масс-спектрометров с индуктивно связанной плазмой.

Индуктивно связанная плазма. Процессы, происходящие в индуктивно связанной плазме. Ионная оптика.

## 5. ФОРМА АТТЕСТАЦИИ

Для аттестации слушателей на соответствие их персональных достижений требованиям программы имеется фонд оценочных средств для проведения промежуточной и итоговой аттестации.

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации включает в себя тестовые вопросы после каждого модуля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций слушателей. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

Программа обучения завершается итоговой аттестацией в форме *итогового тестирования*.

Цель итоговой аттестации – проверка усвоенных в процессе обучения знаний, умений, навыков и профессиональных компетенций в рамках программы повышения квалификации «Масс-спектрометрия».

Итоговая аттестация проводится на основе принципов объективности и независимости оценки качества подготовки обучающихся.

К итоговой аттестации допускается слушатель, не имеющий задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план по программе.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Перечень контрольных вопросов к промежуточной аттестации:**

**1. Масс-спектрометрия НЕ комбинируется с таким видом анализа, как:**

1. Капиллярный электрофорез
2. Жидкостная хроматография
3. Газовая хроматография

Ответ: 2

**2. Какой метод позволяет изучать газы по мере их превращения в раствор?**

1. Времяпролетная масс-спектрометрия
2. Масс-спектрометрия с введением мембран
3. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

Ответ: 2

### **Примерный перечень вопросов к итоговой аттестации**

**1. Масс-спектрометрия измеряет отношение...**

1. Массы к заряду ионов
2. Заряда ионов к массе

Ответ: 1

**2. Кто изобрел масс-спектрометрию?**

1. Артур Демпстер
2. Джозеф Джон Томпсон
3. Александр Макаров

Ответ: 2

**3. Результаты работы масс-спектрометра представлены в виде...**

1. Гистограмма либо стержневая диаграмма
2. Круговая диаграмма
3. Проволочная поверхность

Ответ: 1

**4. С помощью чего происходит обнаружение всех различных потоков ионов?**

1. Удаление ионов из масс-спектрометра вакуумным насосом
2. Нейтрализация заряда электроном
3. Изменение магнитного поля

Ответ: 3

**5. В каком варианте этапы масс-спектрометрии расположены в верном порядке?**

1. Ускорение, прогиб, ионизация, обнаружение
2. Ионизация, ускорение, прогиб, обнаружение
3. Прогиб, обнаружение, ионизация, ускорение,

Ответ: 2

**6. Зачем нужен этап ускорения ионов?**

1. Для уравнивания зарядов ионов
2. Чтобы они все имели одинаковую кинетическую энергию
3. Чтобы они все имели одинаковую потенциальную энергию

Ответ: 2

**7. Обычно образец поступает в ионизационную камеру в...**

1. Жидком состоянии
2. Твердом виде
3. Виде газа

Ответ: 3

**8. Это основной метод, используемый Национальным институтом стандартов и технологии для калибровки ионизационных вакуумметров и масс-спектрометров:**

1. Метод динамического потока через отверстие
2. Метод измерения скорости снижения давления
3. Расширение статического объема

Ответ: 1

**9. Переносной калибровочный стандарт...**

1. Устанавливается в систему и становится её частью
2. Удаляется после калибровки
3. Встроен во всех устройствах изначально

Ответ: 1

**10. Масс-спектрометрия НЕ комбинируется с таким видом анализа, как:**

4. Капиллярный электрофорез
5. Жидкостная хроматография
6. Газовая хроматография

Ответ: 2

**11. Что НЕ относится к преимуществам метода масс-спектрометрии?**

1. повышенная чувствительность по сравнению с большинством других аналитических методов
2. отличная специфичность характерных образцов фрагментации для выявления неизвестных или подтверждения присутствия подозреваемых соединений
3. позволяет различить оптические и геометрические изомеры

Ответ: 3

**12. Масс-спектрометрия используется в том числе для определения возраста материалов при датировании по...**

1. азоту
2. углероду
3. водороду

Ответ: 2

**13. Какой метод позволяет изучать газы по мере их превращения в раствор?**

1. Времяпролетная масс-спектрометрия
2. Масс-спектрометрия с введением мембран
3. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

Ответ: 2

**14. Раздел фармакологии, изучающий кинетические закономерности химических и биологических процессов, происходящих с лекарственным средством в организме животного или человека – это...**

1. Фармакотерапия
2. Фармакодинамика

3. Фармакокинетика

Ответ: 3

**15. Плазма, используемая в электрохимическом анализе...**

1. имеет положительный заряд
2. имеет отрицательный заряд
3. практически электро-нейтральна

Ответ: 3

**16. Биологическим действием УФО солнечного спектра является:**

1. охлаждающее;
2. витамин образующее;
3. повышение влажности;
4. тепловое.

Ответ: б

**17. Черты погодных условий, способствующие образованию смога (Лондонский смог):**

1. низкая влажность воздуха и высокая температура;
2. высокая влажность воздуха и сравнительно низкая температура;
3. сравнительно низкая температура и низкая влажность
4. сравнительно высокая температура и высокая влажность.

Ответ: 2

**18. Фактор, не определяющий микроклимат:**

1. освещенность;
2. температура воздуха;
3. влажность воздуха;
4. скорость движения воздуха.

Ответ: 1

**19. Цифровой показатель концентрации кислорода в атмосфере:**

1. 78%;
2. 21%;
3. 0,93 %;
4. 0,04%.

Ответ: 1

**20. Кессонная болезнь возникает в результате изменения концентрации:**

1. азота;
2. оксида углерода;
3. соединения серы;
4. кислорода.

Ответ: 1

**21. Наибольшее значение в загрязнении воздуха городов в настоящее время играет:**

1. автотранспорт;
2. отопительные приборы;
3. промышленные предприятия;
4. несанкционированные свалки.

Ответ: 1

**22. Причиной развития у человека метгемоглобинемии может быть внесение в почву:**

1. калийных удобрений;
2. фосфорных удобрений;
3. азотных удобрений;
4. пестицидов.

Ответ: 3

**23. Попадание в рану человека загрязненной почвы, может явиться причиной развития:**

- а. холеры;
- б. сальмонеллеза;
- в. ботулизма;
- г. газовой гангрены.

Ответ: г

**24. Антирахитическим действием обладают:**

- а. инфракрасные лучи;
- б. синие лучи;
- в. ультрафиолетовые лучи;
- г. красные лучи.

Ответ: в

**25. В ходе иммунного ответа осуществляется кооперация между:**

1. макрофагами Т- и В-лимфоцитами
2. макрофагами и В-лимфоцитами
3. макрофагами, тимоцитами и В-лимфоцитами
4. макрофагами и Т-лимфоцитами

Ответ: 1

### Оценивание итоговой аттестации

Итоговая аттестация оценивается по пятибалльной системе:

Оценка	% верных ответов
«5» - отлично	84-100
«4» - хорошо	64-83
«3» - удовлетворительно	47-63
«2» - неудовлетворительно	0-46

Оценка *«отлично»* ставится если слушатель знает учебный и нормативный материал, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой. Отличная оценка выставляется слушателю, усвоившему взаимосвязь основных понятий курса, их значение для приобретаемой профессии, проявившему способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, знающему точки зрения различных авторов и умеющему их анализировать.

Оценка *«хорошо»* выставляется слушателю, показавшему полное знание учебного материала, успешно выполняющему предусмотренные в программе задания, демонстрирующему систематический характер знаний по курсу и способный к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе своей профессиональной деятельности.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется слушателю, показавшему знание

основного учебного материала в объеме, необходимом для предстоящей работе по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой. Как правило оценка «удовлетворительно» выставляется слушателю, допустившему погрешности при выполнении экзаменационных заданий, не носящие принципиального характера.

Оценка «*неудовлетворительно*» выставляется слушателю, показавшему пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, слушатель не может приступать к профессиональной деятельности и направляется на передачу итоговой аттестации.

## 7. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Обучение проводится в соответствии с условиями, отражающими специфику организационных действий и педагогических условий, направленных на достижение целей дополнительной профессиональной программы и планируемых результатов обучения.

### Учебно-методическое обеспечение

В случае необходимости слушателям возможно обеспечение доступа к ресурсам электронных библиотек.

### Требования к квалификации преподавателей

Высшее профессиональное образование по направлению подготовки, соответствующей преподаваемому предмету, без предъявления требований к стажу работы, либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению деятельности в образовательном учреждении, стаж работы в отрасли не менее 3-х лет.

### Материально-техническое обеспечение

Обучение в очной и очно-заочной форме подготовки по программе: «Масс-спектрометрия» проходит в учебных аудиториях ООО «ЕЦ ДПО», оборудованных всем необходимым для организации учебного процесса инвентарем:

- учебной мебелью;
- компьютерами;
- мультимедийным проектором;
- флипчартами

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Учебная аудитория	Консультации, промежуточная и итоговая аттестации	Компьютеры, мультимедийный проектор, экран, доска, МФУ, ученическая мебель, лицензионные офисные приложения.
Рабочее место слушателя (в рабочих или домашних условиях)	Самостоятельная работа	Персональный компьютер / планшет. Офисные приложения

## 8. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Т. Лебедев. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды. М.: «Техносфера». 2013 Форма доступа: <http://www.technosphaera.ru/lib/book/353?read=1>
2. С.В. Абрамов Масс-спектрометрия: краткая история, общие принципы и современная аппаратура. Моква, МГУ, Форма доступа: [http://nano.msu.ru/files/materials/V/autumn2011/MS/SV\\_Abramov\\_lecture01.pdf](http://nano.msu.ru/files/materials/V/autumn2011/MS/SV_Abramov_lecture01.pdf)
3. Лаваньини, Ирма Количественные методы в масс-спектрометрии / Ирма Лаваньини и др. - Москва: Синтег, 2008. - 176 с.
4. И. Лаваньини, Ф. Маньо, Р. Сералья, П. Тральди. Количественные методы в масс-спектрометрии. Пер. с англ. Ю.О. Каратассо. Под ред. Е.Н. Николаева. М.: «Техносфера», 2008. Форма доступа: <http://www.technosphaera.ru/lib/book/53?read=1>

5. А.Т. Лебедев. Масс-спектрометрия в органической химии. Издание Второе переработанное. М.: «Техносфера», 2015. Форма доступа: Это документ с сайта [gazanaliz.ru](http://gazanaliz.ru)
6. Золотарев В.М., Никоноров Н.В., Игнатъев А.И. Современные методы исследования оптических материалов. Учебное пособие. Санкт-Петербург, 2013. Форма доступа: [books.ifmo.ru](http://books.ifmo.ru)

#### Дополнительная литература:

1. Катаев С. Хромато-масс-спектрометрия. Форма доступа: <http://www.anchem.ru/literature/books/03.asp>
2. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды. Москва: Техносфера, 2013. - 632с, <http://www.chem.msu.ru/rus/books/2013/Lebedev/welcome.html>.
3. А. Талибова, А. Колеснов, Оценка качества и безопасности пищевой продукции методом изотопной масс-спектрометрии. Форма доступа: [www.j-analytics.ru](http://www.j-analytics.ru)

#### Информационные ресурсы:

1. Статьи и публикации по масс-спектрометрии и масс-спектрометрам: <http://www.spectromass.ru/publikatsii/>
2. Масс-спектрометрия: Форма доступа [chem.spbu.ru](http://chem.spbu.ru)