



Программа дополнительного образования

Программа дополнительного профессионального образования

Программа повышения квалификации

«Хроматомасс-спектрометрия (ГХ-МС, ВЭЖХ-МС): основы метода, техника выполнения измерений, практикум»

**Санкт-Петербург
2022**

РАЗРАБОТАНО

Начальник лаборатории



В.М.Тихомиров

УТВЕРЖДЕНО

Генеральный директор

ООО «Нордвестлаб»

 Д.С.Яковлева

Приказ «30» марта 2022 г. № 01/ОД



Программа дополнительного образования

Программа дополнительного профессионального образования

Программа повышения квалификации

«Хроматомасс-спектрометрия (ГХ-МС, ВЭЖХ-МС): основы метода, техника выполнения измерений, практикум»

Санкт-Петербург
2022

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС, ВЭЖХ-МС): основы метода, техника выполнения измерений, практикум» разработана начальником лаборатории Общества с ограниченной ответственностью «Нордвестлаб» (далее – Общество). Настоящая образовательная программа утверждена генеральным директором Общества.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Нормативные документы для разработки дополнительной профессиональной программы повышения квалификации

Образовательная программа дополнительного профессионального образования повышения квалификации «Хромато-масс-спектрометрия (ГХ-МС, ВЭЖХ-МС): основы метода, техника выполнения измерений, практикум» разработана на основе следующих нормативных документов:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденным Постановлением Минтруда России от 21.08.1998 № 37.
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей работников в сфере здравоохранения, утвержденный приказом Минздравсоцразвития России от 23.07.2010 № 541н.
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей работников организаций атомной энергетики", утвержденный приказом Минздравсоцразвития России от 10.12.2009 № 977

Образовательная программа дополнительного профессионального образования повышения квалификации оформлена в соответствии с требованиями:

- ✓ статьи 12 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации».
- ✓ приказа Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».
- ✓ приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

1.2. Цель повышения квалификации

Целью образовательной программы дополнительного профессионального образования – программы повышения квалификации является совершенствование и актуализация компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации сотрудников исследовательских, производственных, аналитических, химико-аналитических, спектральных, хроматографических, ветеринарных лабораторий, специалистов в области аналитической химии, проводящих анализы и испытания, а также лиц, получающих среднее профессиональное образование и (или) высшее образование в данных отраслях науки, знакомство с новыми видами современных лабораторных исследований, инструментального химического анализа, и технологиями работы с ними, по следующим должностям, но не ограничиваясь:

- заведующий (начальник) научно-исследовательским отделом (лабораторией) учреждения

- научный сотрудник,
- инженер,
- главный инженер,
- инженер-технолог (технолог),
- инженер по охране окружающей среды (эколог)
- судебный эксперт (эксперт-биохимик, эксперт-генетик, эксперт-химик);
- химик-эксперт медицинской организации.
- инженер-химик.

Программа предназначена для дополнительного профессионального образования лиц, имеющих или получающих среднее профессиональное образование и (или) высшее образование.

1.3. Планируемые результаты освоения программы

Повышение квалификации работников, занимающих вышеперечисленные должности, направлено на совершенствование и актуализацию необходимых в их деятельности компетенций.

1. Общие компетенции:

- способность решать профессиональные задачи, проявлять инициативу, принимать оптимальные решения в повседневной деятельности и нестандартных ситуациях, нести за них ответственность.

2. Профессиональные компетенции:

- знать и уметь применять в профессиональной деятельности основы хроматомасс-спектрометрии (ГХ-МС, ВЭЖХ-МС).
- способность правильно и полно отражать результаты профессиональной деятельности при проведении анализов, получении и интерпретации результатов и проверки правильности измерений.

По результатам освоения образовательной программы дополнительного профессионального образования – программы повышения квалификации «Хроматомасс-спектрометрия (ГХ-МС, ВЭЖХ-МС): основы метода, техника выполнения измерений, практикум» слушатели должны:

- знать основы теории и основные понятия хроматомасс-спектрометрии (ГХ-МС, ВЭЖХ-МС); области применения на практике; основные принципы работы и выбора условий измерения; требования к используемым реактивам и расходным материалам; основные узлы оборудования, используемого для анализа; подходы к пробоподготовке образцов.

1.4. Форма обучения

Очная, с применением дистанционных образовательных технологий (с отрывом от работы).

1.5. Нормативный срок освоения программы

Нормативный срок обучения – 4 учебных дня (32 академических часа) на базе полученного / получаемого высшего и (или) среднего профессионального образования.

Нормативный срок освоения программы: – 4 учебных дня (32 академических часа) из них:

- 14 лекционных часов,
- 10 час - практические занятия;
- 6 час - самостоятельная работа;
- 1 час – консультации;
- 1 час - итоговая аттестация.

Режим занятий: 4 лекционных часа и 2 часа практических занятий с 1-го по 3-ий день включительно, 2 лекционных часа и 4 часа практических занятий в 4-ый день, по 2 часа самостоятельной работы с 1-го по 3-ий день и по 1 часу для консультации и итоговой аттестации на 4-й день.

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

2.1. Требования к условиям реализации программы

Обучение проводится, в том числе в форме трансляции онлайн-лекций на одной из образовательных платформ WEBINAR (ВЕБИНАР). Слушатель имеет возможность участвовать в онлайн-лекциях, обсуждать с преподавателем материал лекции и задавать вопросы с использованием чата на платформе для проведения лекционных занятий в онлайн-режиме (вебинаров).

Также образовательная деятельность обучающихся предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ: лекции, семинарские занятия, круглые столы, мастер-классы, деловые игры, ролевые игры, тренинги, семинары по обмену опытом, консультации работы и другие виды учебных занятий и учебных работ, определенные учебным планом.

Для всех видов занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Объем аудиторной нагрузки, объем общей учебной нагрузки, соотношение объема занятий, проводимых путем непосредственного взаимодействия педагогического работника с обучающимся, и учебных занятий с применением дистанционных образовательных технологий могут варьироваться в зависимости от состава групп обучаемых и определяются отдельно для каждой группы.

Лицам, успешно освоившим программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются документы о квалификации – удостоверение о повышении квалификации.

Все результаты обучения сохраняются в информационной среде на бумажных носителях (договоры, соглашения, удостоверения о повышении квалификации (копии) и т.д.) и электронных носителях на ПК сотрудника компании, осуществляющего административные функции по данному направлению (результаты итоговой аттестации (протоколы комиссии, тестовые задания), сканированные образы документов обучающихся, согласия на обработку персональных данных и т.д.).

2.2. Информационное обеспечение образовательного процесса

Для обучающихся по настоящей программе повышения квалификации подготовлены презентации, трансляция которых осуществляется параллельно с лекционными занятиями. По завершению образовательного процесса у слушателей сохраняется доступ к данным материалам (запись онлайн-трансляции).

3. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	Лекции
	ГХ-МС		
1.	Основы метода масс-спектрометрии. Устройство масс-спектрометра. Масс-фильтры. Газовый хроматомасс-спектрометр и его устройство.	2	2
2.	Тандемные масс-спектрометры. Газовые хроматомасс-спектрометры с одинарным и тройным квадруполем. Виды ионизации молекул. Система вакуумирования. Диапазоны масс. Скорость сканирования. Колонки в газовой масс-спектрометрии.	2	2
3.	Работа с капиллярными колонками. Обзор устройства хроматомасс-спектрометра. Источник ионизации. Обслуживание прибора. Включение и выключение прибора. Основные настройки, влияющие на проведение анализа.	2	-

4.	Фрагментация разных классов соединений, характеристичные ионы. Масс-спектры. Качественный анализ. Анализ неизвестных соединений.	2	2
5.	Методы количественного анализа. Метод абсолютной калибровки. Метод стандартной добавки. Метод внутреннего стандарта. Метод внутренней нормализации. Построение градуировочных зависимостей.	2	2
6.	Идентификация компонентов на хроматограмме с применением библиотек масс-спектров. Количественный анализ с построением градуировочной характеристики.	2	-
ВЭЖХ-МС			
7.	Основы и современное состояние метода жидкостной хроматомасс-спектрометрии. Устройство жидкостного хроматомасс-спектрометра. Масс-фильтры. Тандемные масс-спектрометры. Жидкостные хроматомасс-спектрометры с одинарным и тройным квадруполом. Типы ионизации и ионные источники. Системы вакуумирования, диапазон масс, скорость сканирования.	2	2
8.	Требования к реактивам и газам. Выбор подвижной фазы и колонки. Режимы анализа. Принцип работы тандемного квадрупольного хроматомасс-спектрометра. Мониторинг множественных реакций. Библиотеки масс-спектров.	2	2
9.	Обзор устройства жидкостного хроматомасс-спектрометра. Включение и выключение прибора. Подготовка к работе жидкостного хроматомасс-спектрометра.	2	-
10.	Пробоподготовка (ручная и автоматическая твердофазная экстракция, системы упаривания в токе азота и т.д.). Вспомогательное оборудование для ВЭЖХ-МС анализа.	2	2
11.	Параметры, влияющие на проведение ВЭЖХ-МС анализа. Оптимизация условий для анализа. Выбор прекурсор- и продукт-ионов.	2	-
12.	Количественный анализ с построением градуировочной зависимости. Обслуживание прибора.	2	
13.	Самостоятельная работа	6	-
14.	Консультация	1	-
Всего по курсу обучения		31	14
Итоговая аттестация (в форме тестового задания)		1	-
Итого:		32	

4. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

	1 день	2 день	3 день	4 день
Теоретические занятия	4	4	4	2
Практические занятия	2	2	2	4
Самостоятельная работа	2	2	2	-
Консультация	-	-		1
Итоговая аттестация (в форме тестового задания)	-	-	-	1
Всего: 32 часа	8	8	8	8

5. СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНЫХ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)

5.1 Теоретические занятия

5.1.1 Газовая хроматомасс-спектрометрия

- Введение. Основы метода масс-спектрометрии. Устройство масс-спектрометра. Масс-фильтры.
- Газовый хроматомасс-спектрометр и его устройство.
- Тандемные масс-спектрометры. Газовые хроматомасс-спектрометры с одинарным и тройным квадруполом. Ионизация. Виды ионизации молекул. Система вакуумирования. Диапазоны масс. Скорость сканирования. Колонки в газовой масс-спектрометрии.
- Фрагментация. Фрагментация разных классов соединений, характеристичные ионы. Спектр. Работа со спектрами. Качественный анализ. Проведение качественного анализа с использованием библиотек. Анализ неизвестных соединений.
- Количественный анализ. Методы количественного анализа. Метод абсолютной калибровки. Метод стандартной добавки. Метод внутреннего стандарта. Метод внутренней нормализации. Построение градуировочных зависимостей.

5.1.2 Жидкостная хроматомасс-спектрометрия

- Введение. Основы и современное состояние метода жидкостной хроматомасс-спектрометрии. Устройство жидкостного хроматомасс-спектрометра. Масс-фильтры. Тандемные масс-спектрометры. Жидкостные хроматомасс-спектрометры с одинарным и тройным квадруполом. Типы ионизации и ионные источники. Системы вакуумирования, диапазон масс, скорость сканирования.
- Требования к реактивам и газам. Выбор подвижной фазы и колонки. Режимы анализа. Принцип работы тандемного квадрупольного хроматомасс-спектрометра. Мониторинг множественных реакций. Библиотеки масс-спектров.
- Пробоподготовка (ручная и автоматическая твердофазная экстракция, использование QuEChERS, системы упаривания в токе азота и т.д.). Вспомогательное оборудование для ВЭЖХ-МС анализа.

5.2 Практические занятия

5.2.1 Газовая хроматомасс-спектрометрия

- Колонки. Работа с капиллярными колонками, установка, снятие, кондиционирование. Как правильно подрезать колонки.
- Обзор устройства хроматомасс-спектрометра. Источник ионизации. Обслуживание прибора. Включение и выключение прибора. Основные настройки, влияющие на проведение анализа.
- Идентификация компонентов на хроматограмме с применением библиотек масс-спектров. Количественный анализ с построением градуировочной характеристики.

5.2.2 Жидкостная хроматомасс-спектрометрия

- Обзор устройства жидкостного хроматомасс-спектрометра. Включение и выключение прибора. Подготовка к работе жидкостного хроматомасс-спектрометра.
- Параметры, влияющие на проведение ВЭЖХ-МС анализа. Оптимизация условий для анализа. Выбор прекурсор- и продукт-ионов.
- Количественный анализ с построением градуировочной зависимости. Обслуживание прибора.

- 5.3 Самостоятельная работа с материалами курса
- 5.4 Консультация перед итоговой аттестацией
- 5.5 Проведение итоговой аттестации в форме тестовых заданий по результатам освоения образовательной программы

6. ФОРМА ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Контроль успеваемости обучающихся по Образовательной программе дополнительного профессионального образования – программе повышения квалификации «Хроматомасс-спектрометрия (ГХ-МС, ВЭЖХ-МС): основы метода, техника выполнения измерений, практикум» – важнейшая форма контроля образовательной деятельности, включающая в себя целенаправленный систематический мониторинг освоения обучающимися программы повышения квалификации в целях:

- получения необходимой информации о выполнении обучающимися дополнительной профессиональной программы повышения квалификации;
- оценки уровня знаний, умений и приобретенных (усовершенствованных) обучающимися компетенций.

Итоговая аттестация проводится в соответствии с требованиями, установленными Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказом Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

Освоение дополнительной профессиональной программы повышения квалификации завершается итоговой аттестацией (в форме тестового контроля в электронной форме).

К итоговой аттестации допускаются лица, выполнившие требования, предусмотренные курсом обучения по программе повышения квалификации и успешно прошедшие все промежуточные аттестационные испытания, предусмотренные учебным планом.

Первичная оценка результатов итоговой аттестации слушателей (проверка тестовых заданий) осуществляется ответственным административным сотрудником ООО «Нордвестлаб», исполняющим трудовые обязанности в составе Учебного центра. Окончательное решение относительно результатов аттестации принимается комиссией Учебного центра, которое оформляется протоколом с указанием результатов.

Итоговая аттестация проводится в сроки, предусмотренные учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

Лицам, успешно освоившим программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдается документ о квалификации – удостоверение о повышении квалификации.

Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию, а также лицам, освоившим часть программы повышения квалификации и (или) отчисленным в ходе освоения программы повышения квалификации, выдается сертификат об обучении или о периоде обучения.

Все результаты итоговой аттестации заносятся в единый журнал (формат таблицы Excel). После успешного прохождения итоговой аттестации слушателям выдается удостоверение о повышении квалификации по утвержденной ООО «Нордвестлаб» форме. Данные о выданном удостоверении подлежат внесению в ФИС ФРДО.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Нормативные правовые акты:

- Конституция Российской Федерации (официальный текст). [Электронный ресурс]. – URL:<http://www.consultant.ru/>.
- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную

деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

- Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденным Постановлением Минтруда России от 21.08.1998 № 37.
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей работников в сфере здравоохранения, утвержденный приказом Минздравсоцразвития России от 23.07.2010 № 541н.
- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей работников организаций атомной энергетики", утвержденный приказом Минздравсоцразвития России от 10.12.2009 № 977

Основная литература для лекторов:

- Бейнон Д. Масс-спектрометрия и ее применение в органической химии / Д. Бейнон - Москва: Мир, 1964.- 704 с.
- Roger-Marc Nicoud Chromatographic Processes : Modeling, Simulation and Design, 2015. 672 с.
- Luigi Mondello Comprehensive Chromatography in Combination with Mass Spectrometry, 2011, 496 с.
- Q. Alan Xu , Timothy L. Madden LC-MS in Drug Bioanalysis, 2014. 484 с

Основная литература для обучающихся:

- O. David Sparkman, Zelda Penton , Fulton G. Kitson Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide, 2011.
- Лебедев А.Т. «Основы масс-спектрометрии белков и пептидов» / А. Т. Лебедев, К. А. Артеменко, Т. Ю. Самгина - Москва: Техносфера, 2012.- 176 с.
- Лебедев А.Т. «Масс-спектрометрия в органической химии», 2015.
- Q. Alan Xu , Timothy L. Madden LC-MS in Drug Bioanalysis, 2014. 484 с

8. ОСНАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Помещение площадью 39,6 кв. м в ООО «Нордвестлаб», расположенное по адресу: 199106, г. Санкт-Петербург, вн.тер.г.муниципальный округ № 7, Большой пр-кт В.О., д. 80, Литера А, 3 этаж, оф. 313, оснащено следующим оборудованием

- Ноутбук лектора Dell Vostro 3400-7565 i5 1135G7/8Gb/SSD256Gb/14"/WVA/FHD/black – 1 шт.
Операционная система Windows 10,
Программное обеспечение Windows
Характеристики:
Диагональ экрана в дюймах 14 "
Разрешение экрана 1920x1080
Процессор
Intel Core i5 1135G7
Количество ядер процессора четырехъядерный
Процессор, частота 2.4 ГГц (4.2 ГГц, в режиме Turbo)
Оперативная память 8192 Мб, DDR4, 2666 МГц
Объем SSD 256 Гб
Поддержка технологии Wi-Fi
Поддержка технологии Bluetooth
Операционная система Linux
Веб-камера встроенная
Встроенный микрофон
Разъем наушники/микрофон- комбинированный разъем
Акустическая система - стереодинамики.
- Маршрутизатор Wi-Fi роутер MikroTik RB951Ui-2HnD
Характеристики:

Входной интерфейс-10/100/1000BASE-TX/SFP

Название процессора -Atheros AR9344

Частота процессора -600 МГц

Количество ядер процессора- одноядерный

Оперативная память - 128 МБ

- Лекционный и учебно-методический материал в электронном виде (презентации по темам лекций).

9.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

9.1. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Преимущества и особенности хроматомасс-спектрометрии.
2. Применение хроматомасс-спектрометрии.
3. Устройство масс-спектрометра.
4. Тандемные масс-спектрометры. Хроматомасс-спектрометры с одинарным и тройным квадруполем. Режимы работы.
5. Типы ионизации и ионные источники.
6. Типы масс-фильтров.
7. Устройство детектора масс-спектрометра.
8. Принципы расшифровки масс-спектров без использования библиотек масс-спектров.
9. Библиотеки масс-спектров.
10. Методы количественного анализа. Метод абсолютной калибровки. Метод стандартной добавки. Метод внутреннего стандарта. Метод внутренней нормализации. Построение градуировочных зависимостей.
11. Способы подготовки образцов для анализа.

9.2. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. К масс-спектрометрам высокого разрешения относится:

- а) моноквадрупольный масс-спектрометр;
- б) времяпролетный масс-спектрометр;
- в) масс-спектрометр с тройным квадруполем;
- г) масс-спектрометр с ионной ловушкой.

2. К жестким типам ионизации относится:

- а) ионизация методом электронного удара;
- б) фотоионизация;
- в) химическая ионизация;
- г) электроспрей.

3. Какие требования предъявляются к объекту анализа, предназначенному для исследования методом газовой хроматографии:

- а) должен взаимодействовать с подвижной фазой;
- б) компоненты образца должны необратимо взаимодействовать с неподвижной фазой колонки;
- в) должен быть термически стабильным;
- г) должен быть в жидком агрегатном состоянии.

4. Наличие высокого вакуума необходимо для работы:

- а) пламенно-ионизационного детектора;
- б) катарометра;
- в) масс-спектрометрического детектора;
- г) детектора электронного захвата.

5. Метод химической ионизации позволяет:

- а) получить информативный спектр для определения структуры молекулы;
- б) определить молекулярную массу молекулы;
- в) исследовать стабильность молекулы.

6. Чувствительность детектора характеризует:

- а) низшую концентрацию вещества, которая может быть количественно определена;
- б) изменение сигнала детектора при возрастании содержания вещества в потоке подвижной фазы;
- в) требования к условиям эксплуатации прибора.

7. Режим сканирования по полному ионному току используется для:

- а) исключительно качественного анализа пробы;
- б) качественного и количественного анализа пробы;
- в) исключительно количественного анализа пробы.

8. Для определения каких соединений целесообразно применять метод ГХМС?

- а) летучие и термостабильные;
- б) летучие и термолабильные;
- в) нелетучие и термостабильные;
- г) нелетучие и термолабильные.

9. Какой тип ионизации широко применяется в ВЭЖХМС и не применяется в ГХМС?

- а) электронная ионизация;
- б) ионизация электронным ударом;
- в) ионизация электрораспылением;
- г) положительная химическая ионизация.

10. Какой из перечисленных масс-анализаторов будет обладать низким разрешением?

- а) ионно-циклотронного резонанса с Фурье-преобразованием;
- б) магнитный секторный;
- в) квадрупольный;
- г) орбитальная ионная ловушка.

11. Сколько квадруполей используется в современном масс-спектрометре с тройным квадруполем?

- а) один;
- б) два;
- в) три;
- г) четыре.

12. При какой энергии ионизации получены большинство спектров в библиотеках масс-спектров?

- а) 20 эВ;
- б) 50 эВ;
- в) 70 эВ;
- г) 100 эВ.

13. Какой из методов количественного определения применим для хроматомасс-спектрометрии и не применим для хроматографии с атмосферными детекторами.

- а) метод внешнего стандарта;
- б) метод внутреннего стандарта;
- в) метод добавки;
- г) метод изотопного разбавления.

14. В масс-спектрометрии определяемой величиной является?

- а) масса;
- б) точную масса;
- в) дефект масса;
- г) отношение массы к заряду.

15. В качестве детектирующего устройства в масс-спектрометрах используется:

- а) электронный умножитель;
- б) лазер;
- в) детектор электронного захвата.