

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(НИЯУ МИФИ)



УТВЕРЖДЕНО  
Проректор

Е.Б. Весна

«24» мая 2024 г.

**ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБУЧЕНИЯ ПО ПРОФЕССИИ РАБОЧЕГО  
33283 Лаборант масс-спектрометрист**

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Программа профессионального обучения по профессии рабочего **33283 Лаборант масс-спектрометрист** (далее программа) разработана на основании Федерального проекта «Развитие отечественного приборостроения гражданского назначения для научных исследований» (подпункт «е» пункта 1 перечня поручений Президента РФ от 10 февраля 2022 г. № Пр-290, подпункт «г» пункта 1 перечня поручений Президента РФ от 18 июля 2022 г. № Пр-1553, поручение Заместителя Председателя Правительства РФ Д.Н. Чернышенко от 27 июля 2022 г. № ДЧ-П8-12656).

1.2. Программа федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (далее - НИЯУ МИФИ) по профессии рабочего **33283 Лаборант масс-спектрометрист** разработана в целях:

- повышения конкурентоспособности образовательных программ на российском рынке образовательных услуг;

- согласования содержания и условий реализации образовательных программ со стратегическими целями и задачами, установленными Программой развития НИЯУ МИФИ;

- учета программ развития по приоритетным направлениям науки, техники и технологий Российской Федерации, потребностей высокотехнологичных отраслей экономики в подготовке высококвалифицированных кадров;

- повышения качества образования за счет расширения требований, предъявляемых к содержанию образовательных программ, результатам обучения, кадровому и материально-техническому обеспечению учебного процесса.

- формирования у слушателей профессиональных компетенций, необходимых для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретения новой профессии рабочего «Лаборант масс-спектрометрист».

1.3. Задачами программы являются:

- дать начальные знания о назначении, устройстве и принципах работы масс-спектрометров и их элементов;

обучить основам работы на масс-спектрометре (далее – МС);

выработать у слушателей практические навыки работы на МС;

получить опыт в подготовке образцов для анализа и проведении анализа пробы на МС;

освоение программы должно сформировать у слушателей компетенции, которые должны способствовать перспективной профориентации обучающихся и могут стать базой для их последующего профессионального образования.

Основными отличиями программы НИЯУ МИФИ по профессии рабочего **33283 Лаборант масс-спектрометрист** являются:

сформулированы профессиональные компетенции, соответствующие требованиям к профессии лаборант масс-спектрометрист;

сформирован перечень образовательных технологий, которые должны применяться в процессе обучения, в соответствии с требованиями международных стандартов инженерного образования;

в качестве обязательного компонента образовательных программ выделено требование наличия компетентностной модели выпускника, разработанной с учетом запроса ключевых работодателей, требованиями международных стандартов инженерного образования Всемирной инициативы CDIO, лучших отечественных и зарубежных практик, требованиями профессиональных отраслевых стандартов;

определены требования к кадровому, материально-техническому и учебно-методическому обеспечению образовательных программ.

1.4. Категории слушателей: лица, имеющие среднее общее образование.

1.5. Форма обучения и форма организации образовательной деятельности – очная, очная с применением дистанционных образовательных технологий посредством электронной информационно-образовательной среды НИЯУ МИФИ.

1.6. Трудоемкость обучения – 100 часов.

1.7. Режим занятий слушателей 8 часа в неделю, общая продолжительность программы 13 недель.

1.8. Форма документа, выдаваемого по результатам освоения программы Свидетельство о профессии рабочего, должности служащего

## **2. НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ОСНОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ В НИЯУ МИФИ**

Федеральный закон РФ от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Постановление Правительства РФ от 10 апреля 2023 г. № 580 «О разработке и утверждении профессиональных стандартов»;

Приказ Министерства образования и науки РФ № 499 от 01 июля 2013 г. «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;

Приказ Министерства образования и науки РФ от 09 января 2014 г. № 2 «Порядок применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

Письмо Министерства образования и науки РФ от 22 января 2015 г. №ДЛ-1/05вн «Методические рекомендации по разработке основных профессиональных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов»;

Письмо Министерства образования и науки РФ от 22 апреля 2015 г. № ВК -1032/06 «О направлении методических рекомендаций (Методические рекомендации – разъяснения по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов)»;

Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 30 сентября 2020 г. № 533 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 09 ноября 2018 г. № 196» (Зарегистрировано в Минюсте России 19.10.2020 № 60458);

Приказ Минобрнауки РФ от 23 августа 2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

при реализации образовательных программ»;

Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 апреля 2015 г. № ВК-1032/06 «О направлении Методических рекомендаций»;

Устав НИЯУ МИФИ;

локальные нормативные акты НИЯУ МИФИ.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

3.1. В результате изучения программы слушатели должны: сформировать необходимые компетенции для выполнения трудовых функций по профессии «Лаборант масс-спектрометрист», а именно:

| <b>Трудовые функции</b>  |            |  |
|--|------------|--|
| <b>наименование</b>  | <b>код</b> | <b>уровень (подуровень) квалификации</b> |
| Подготовка рабочего места перед началом и уборка по завершении работы.       | -          | -  |
| Регистрация исходных данных по объектам испытаний, результатам анализа проб. | -          | -  |
| Подготовка образцов в соответствии с принятой методикой.                     | -          | -  |
| Анализ проб, стандартных образцов.   | -          | -  |

3.1.1. Для выполнения трудовой функции «Подготовка рабочего места перед началом и уборка по завершении работы» слушатели должны:

|                   |  |
|-------------------|--|
| Трудовые действия | Получение разрешения от руководителя на доступ к рабочему месту                          |
|                   | Подтверждение начала работы под роспись в технологической документации по рабочему месту |
|                   | Проверка записей в журнале о проведении анализов   |
|                   | Проверка наличия необходимых ингредиентов, реактивов для осуществления работы            |
|                   | Проверка состояния средств коллективной и индивидуальной защиты                          |
|                   | Проверка состояния первичных средств пожаротушения                                       |
|                   | Проверка исправности оборудования и коммуникаций   |

|                    |   |
|--------------------|---|
|                    | Контроль работы приточно-вытяжной вентиляции  |
|                    | Подготовка и проверка состояния рабочего места на соответствие нормативной документации перед окончанием работы                                     |
| Необходимые умения | Применять средства индивидуальной защиты, первичные средства пожаротушения  |
|                    | Оценивать состояние оборудование и коммуникаций   |
|                    | Оценивать состояние и исправность приточно-вытяжной вентиляции  |
|                    | Информировать руководителя о состоянии оборудования, применяемых принадлежностей и выявленных дефектах  |
|                    | Осуществлять подготовку рабочего места к началу и окончанию работы  |
| Необходимые знания | Требования должностной инструкции   |
|                    | Порядок подготовки рабочего места к началу и окончанию работы   |
|                    | Химико-физические свойства используемых ингредиентов, материалов, реактивов, полупродуктов и готового продукта                                      |
|                    | Правила пробоподготовки в соответствии с методиками   |
|                    | Правила и инструкции по применению и эксплуатации первичных средств пожаротушения, средств коллективной защиты и схемы приточно-вытяжной вентиляции |
|                    | Принцип работы электрооборудования и средств контрольно-измерительных приборов и автоматики   |

3.1.2. Для выполнения трудовой функции «Регистрация исходных данных по объектам испытаний, результатам анализа проб» слушатели должны:

|                    |   |
|--------------------|---|
| Трудовые действия  | Запись параметров объектов испытаний для масс-спектрометрического анализа, применяемых химических реактивов и условий испытания |
|                    | Запись результатов масс-спектрометрического анализа   |
| Необходимые умения | Регистрировать в журнале исходные данные по объектам испытаний для масс-спектрометрического анализа                             |
|                    | Фиксировать в журнале данные для проведения масс-спектрометрического анализа  |
|                    | Регистрировать в журнале результаты испытаний проб для масс-спектрометрического анализа   |
|                    | Регистрировать данные о химических реактивах и вспомогательных материалах   |

|                    |   |
|--------------------|---|
|                    | Применять информационные технологии   |
| Необходимые знания | Стандарты организации   |
|                    | Локальные акты организации  |
|                    | Нормативная документация организации  |
|                    | Технологическая документация  |
|                    | Конструкторская документация  |
|                    | Свойства и назначение применяемых химических реактивов и вспомогательных материалов |
|                    | Специализированные программные продукты   |

3.1.3. Для выполнения трудовой функции «Подготовка образцов в соответствии с принятой методикой» слушатели должны:

|                    |  |
|--------------------|--|
| Трудовые действия  | Изучение рабочих заданий для проведения масс-спектрометрических анализов в соответствии с требованиями нормативной документации              |
|                    | Проверка образцов для масс-спектрометрического анализа на соответствие требованиям технологической документации                              |
|                    | Отбор проб для масс-спектрометрического анализа  |
|                    | Приготовление проб жидких и твердых материалов для масс-спектрометрического анализа  |
| Необходимые умения | Анализировать рабочее задание на подготовку проб для масс-спектрометрических анализов в соответствии с требованиями нормативной документации |
|                    | Готовить пробы для масс-спектрометрического анализа в соответствии с методиками их приготовления   |
|                    | Отбирать пробы для масс-спектрометрического анализа в соответствии с методиками  |
|                    | Применять информационные технологии  |
| Необходимые знания | Стандарты организации  |
|                    | Нормативная документация организации   |
|                    | Правила по охране труда  |
|                    | Инструкция по пожарной безопасности  |
|                    | Инструкция по экологической безопасности   |
|                    | Методика проведения масс-спектрометрического анализа   |
|                    | Методика приготовления проб для масс-спектрометрического анализа   |
|                    | Свойства и назначение химических реактивов и вспомогательных материалов  |

3.1.4. Для выполнения трудовой функции «Анализ проб, стандартных образцов» слушатели должны:

|                    |   |
|--------------------|---|
| Трудовые действия  | Проведение анализа в соответствии с требованиями нормативной документации   |
|                    | Изучение результатов испытаний  |
|                    | Наблюдение за работой масс-спектрометрической установки, запись её показаний  |
| Необходимые умения | Анализировать рабочее задание по проведению масс-спектрометрических анализов в соответствии с требованиями нормативной документации |
|                    | Анализировать и определять состав проб  |
|                    | Сравнивать результаты масс-спектрометрического анализа на эталонной пробе с паспортом эталонной пробы                               |
|                    | Применять информационные технологии   |
| Необходимые знания | Методики проведения масс-спектрометрических анализов  |
|                    | Элементарные основы общей и аналитической химии   |
|                    | Правила эксплуатации лабораторного оборудования, аппаратуры и контрольно-измерительных приборов                                     |
|                    | Правила по охране труда   |
|                    | Инструкция по пожарной безопасности   |
|                    | Инструкция по экологической безопасности  |

#### 4. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПОНЯТИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем программе используются следующие сокращения:

МС – масс-спектрометр;

ТБ – техника безопасности;

модуль - структурный, логически завершённый элемент учебного процесса с установленной трудоёмкостью, направленный на формирование определенных профессиональных компетенций, включающий в себя набор дисциплин, практик и (или) научно-исследовательскую работу студента;

компетентностная модель выпускника – совокупность социально-личностных, общепрофессиональных и специальных компетенций, позволяющих выпускнику эффективно решать профессиональные задачи;

## 5. ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

### 5.1. Учебный план

Трудоемкость: 100 часов, 8 часов в неделю.

Форма обучения: очная, очная с применением ДОТ при реализации Модуля 1.

Форма организации образовательной деятельности: групповая

Язык реализации программы: русский

| № п/п        | Наименование модуля (раздела)      | Кол-во часов | В том числе: |                      |          |           | Форма контроля           |
|--------------|------------------------------------|--------------|--------------|----------------------|----------|-----------|--------------------------|
|              |                                    |              | Лекции       | Практические занятия | ИА/ПА    | СР        |                          |
| 1.           | Модуль 1. Теоретическая подготовка | 36           | 28           |                      | 2        | 6         | Зачет                    |
| 2.           | Модуль 2. Практическая подготовка  | 58           |              | 46                   | 2        | 10        | Зачет                    |
| 3.           | Итоговая аттестация                | 6            |              |                      | 4        | 2         | Квалификационный экзамен |
| <b>ИТОГО</b> |                                    | <b>100</b>   | <b>28</b>    | <b>46</b>            | <b>8</b> | <b>16</b> |                          |

### 5.2. Календарный учебный график

| № п/п | Наименование модуля                | неделя |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|-------|------------------------------------|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
|       |                                    | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1.    | Модуль 1. Теоретическая подготовка |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 2.    | Модуль 2. Практическая подготовка  |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
| 3.    | Итоговая аттестация                |        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |

### 5.3. Рабочие программы модулей

#### 5.3.1. Рабочая программа Модуля 1. Теоретическая подготовка

Учебно-тематический план

| № п/п | Наименование тем модуля (раздела)   | Кол-во часов | В том числе: |                      |       |    | Форма контроля   |
|-------|---|--------------|--------------|----------------------|-------|----|------------------|
|       |   |              | Лекции       | Практические занятия | ИА/ПА | СР |                  |
| 1.    | <b>Теоретическая подготовка</b>   | 36           | 28           |                      | 2     | 6  | Зачет            |
| 1.1.  | Введение с профессию. История развития масс-спектрометрического метода анализа. Основные направления и этапы развития масс-спектрометрии.   | 2            | 2            |                      |       |    | Текущий контроль |
| 1.2.  | Принцип работы масс-спектрометрических устройств. Разделяющие свойства электрических и магнитных полей. Структурная схема масс-спектрометра. Элементы масс-спектрометров и их назначение. Характеристики масс-спектрометров. Принцип масс-спектрометрического анализа. Техника безопасности | 2            | 2            |                      |       |    | Текущий контроль |
| 1.3.  | Получение и формирование ионных пучков. Способы получения ионов. Требования, предъявляемые к ионным источникам. Основные характеристики источников.   | 2            | 4            |                      |       |    | Текущий контроль |
| 1.4.  | Источники ионов с электронным ударом. Механизм ионизации. Принцип Франка-Кондона. Физические процессы, протекающие в ионных источниках с электронным ударом. Формирование ионных пучков. Конструкции источников. Достоинства и недостатки.  | 2            | 2            |                      |       |    | Текущий контроль |

|      |  |   |   |  |  |  |                  |
|------|--|---|---|--|--|--|------------------|
|      | Применение источников с электронным ударом.  |   |   |  |  |  |                  |
| 1.5. | Разделение ионов в магнитных полях. Типы магнитных анализаторов. Анализаторы со 180-градусным отклонением ионных пучков, секторные анализаторы. Анализаторы с ортогональным и неортогональным входом ионных пучков и прямолинейными границами. Анализаторы с криволинейными границами.   | 2 | 2 |  |  |  | Текущий контроль |
| 1.6. | Магнитные масс-спектрометры с неоднородными полями, принцип их работы, достоинства и недостатки. Параметры и характеристики магнитных анализаторов: условие фокусировки в радиальном и аксиальном направлениях, увеличение анализатора, дисперсия анализатора по массам и энергиям, абберации, линии фокусов. Разрешающая способность. Характеристики масс и энерго-спектрометров. | 2 | 2 |  |  |  | Текущий контроль |
| 1.7. | Разделение ионов в последовательных аксиально-симметричных электрическом и магнитном полях. Достоинства и недостатки масс-спектрометров с двойной фокусировкой.  | 2 | 2 |  |  |  | Текущий контроль |
| 1.8. | Детектирование и регистрация ионных пучков. Метод электрического заряда. Требования к конструкции приемников   | 2 | 2 |  |  |  | Текущий контроль |

|       |  |   |   |  |  |  |                  |
|-------|--|---|---|--|--|--|------------------|
|       | ионов. Динаatronный эффект. Метод вторично-электронной эмиссии Вторично-электронные умножители. Микроканальные ВЭУ. Другие методы регистрации ионов. Запись массовых спектров. Способы развертки массовых спектров. Приборы, применяемые для регистрации спектров масс.  |   |   |  |  |  |                  |
| 1.9.  | Источники фона в масс-спектрометрах. Влияние рассеяния ионов на остаточном газе и поверхностях на фон масс-спектрометров. Влияние рассеяния ионов на разрешающую способность и чувствительность. Эффект «памяти» и способы его снижения. Источники фона, обусловленные средствами откачки и применяемыми материалами. Роль адсорбционных и десорбционных процессов в масс-спектрометрическом анализе. Образование полупроводящих пленок. Механизм влияния пленок на характеристики приборов. | 2 | 2 |  |  |  | Текущий контроль |
| 1.10. | Разделение ионов в переменных полях и по времени пролета. Времяпролетные масс-спектрометры. Принцип работы, факторы, влияющие на разрешающую способность. Пространственно-   | 2 | 2 |  |  |  | Текущий контроль |

|       |  |   |   |  |  |  |                  |
|-------|--|---|---|--|--|--|------------------|
|       | временная фокусировка, разрешающая способность прибора. Способы увеличения чувствительности времяпролетных масс-спектрометров.   |   |   |  |  |  |                  |
| 1.11. | Времяпролетные масс-спектрометры с фокусировкой ионов по энергиям, ионные зеркала с однородными и аксиально-симметричными полями.  | 2 | 2 |  |  |  | Текущий контроль |
| 1.12. | Радиочастотные масс-спектрометры. Масс-спектрометр типа Беннета. Разрешающая способность и светосила приборов. Резонансные масс-спектрометры - приборы, основанные на принципе циклотронного резонанса. Антирезонансные масс-спектрометры. Квадрупольный масс-спектрометр. Принцип действия. Диаграмма стабильности. Характеристики квадрупольных масс-спектрометров. Достоинства и недостатки. Монопольный масс-спектрометр. Принцип его работы. Основные характеристики. Масс-спектрометр типа «Ионная ловушка». | 2 | 2 |  |  |  | Текущий контроль |
| 1.13. | Относительный и абсолютный методы измерения состава веществ. Коэффициенты относительной чувствительности. Физические причины вносимых при измерениях искажений. Градуировка масс-  | 2 | 2 |  |  |  | Текущий контроль |

|       |  |   |   |  |  |  |                  |
|-------|--|---|---|--|--|--|------------------|
|       | спектрометрических устройств.  |   |   |  |  |  |                  |
| 1.14. | Некоторые применения масс-спектрометрического метода анализа. Измерение относительной концентрации изотопов. Методы изотопного анализа. Газовый анализ. Методы газового анализа. Измерение масс атомов и молекул. Методы измерения масс. | 2 | 2 |  |  |  | Текущий контроль |

### 5.3.2. Рабочая программа Модуля 2 Практическая подготовка

В ходе практической подготовки обучающийся должен освоить и сформировать навыки выполнения следующих трудовые действия:

| №    | Трудовое действие  | Кол-во часов | Примечание |
|------|--|--------------|------------|
| 1.   | Подготовка рабочего места перед началом и уборка по завершении работы  |              |            |
| 1.1. | Подготовка рабочего места. Ознакомление с порядком допуска к работе. Ознакомление с нормативной документацией. Оформление документации перед началом работы. Проверка наличия необходимых ингредиентов, реактивов для осуществления работы. Проверка состояния средств коллективной и индивидуальной защиты. Проверка состояния первичных средств пожаротушения. Проверка исправности оборудования и коммуникаций. Контроль работы приточно-вытяжной вентиляции. | 2            |            |
| 1.2. | Подготовка и проверка состояния рабочего места на соответствие нормативной документации перед окончанием работы. Ознакомление с порядком завершения работы. Утилизация или сдача на хранение необходимых ингредиентов, реактивов для осуществления работы. Оформление документации после завершения работы.  | 2            |            |
| 2.   | Регистрация исходных данных по объектам испытаний, результатам анализа проб  |              |            |
| 2.1. | Регистрация в журнале исходных данных по объектам испытаний для масс-спектрометрического анализа. Фиксация в журнале данных для проведения масс-спектрометрического анализа.   | 1            |            |
| 2.2. | Регистрация в журнале результатов испытаний проб для масс-спектрометрического анализа. Регистрация данных о химических реактивах и вспомогательных материалах.   | 1            |            |
| 3.   | Подготовка образцов в соответствии с принятой методикой  |              |            |

|      |   |    |  |
|------|---|----|--|
| 3.1. | Изучение рабочих заданий для проведения масс-спектрометрических анализов в соответствии с требованиями нормативной документации. Проверка образцов для масс-спектрометрического анализа на соответствие требованиям технологической документации. | 2  |  |
| 3.2. | Отбор проб для масс-спектрометрического анализа. Приготовление проб жидких и твердых материалов для масс-спектрометрического анализа.   | 2  |  |
| 4.   | Анализ проб, стандартных образцов.  |    |  |
| 4.1. | Работа на гелиевом течеискателе с магнитным масс-анализатором.  | 12 |  |
| 4.2. | Работа на масс-спектрометре с ионизацией в индуктивно связанной плазме для изотопного и элементного анализа.  | 14 |  |
| 4.3. | Работа на времяпролетном масс-спектрометр.  | 12 |  |

## 5.4. Формы контроля и критерии оценки освоения программы

### 5.4.1. Формы контроля

**Контроль знаний** - качественная оценка процесса усвоения знаний. Контроль должен быть всесторонним, систематичным, дифференцированным, индивидуальным, объективным. В процессе реализации программы используется оценочные процедуры текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестаций.

**Текущий контроль** проводится в форме опроса при обсуждении теоретического материала каждой темы.

Текущий контроль при применении дистанционных образовательных технологий осуществляется с помощью вопросов для самоконтроля.

При возникновении у обучающегося трудностей с ответами на вопросы, он может обратиться за консультацией к преподавателю.

**Промежуточная аттестация по Модулю 1** Теоретическая подготовка проводится в форме зачета по результатам собеседования по заранее объявленным вопросам. Слушатели, успешно прошедшие промежуточную аттестацию по Модулю 1. Теоретическая подготовка допускаются к прохождению Модуля 2 Практическая подготовка.

**Промежуточная аттестация по Модулю 2** Практическая подготовка осуществляется путем зачета результатов выполнения трудовых действий, указанных в п. 5.3.2. настоящей программы.

Обучающиеся, имеющие зачеты по Модулю 1 Теоретическая подготовка и Модулю 2 Практическая подготовка, допускаются к прохождению итоговой аттестации

**Итоговая аттестация** проводится на основе принципов объективности и независимости оценки качества подготовки обучающихся. Итоговая аттестация осуществляется квалификационной комиссией в форме двухэтапного квалификационного экзамена, который включает в себя на первом этапе проверку теоретических знаний (тестирование), а на втором этапе - практических умений в пределах требований настоящей программы.

Проверка теоретических знаний в рамках итоговой аттестации проводится в форме теста.

После успешного прохождения первого этапа квалификационного экзамена, слушатель приступает ко второму этапу – проверке практических навыков и умений. Проверка практических навыков осуществляется в ходе выполнения обучающимся практического задания. Задания для проведения второго этапа квалификационного экзамена приведены в рабочей программе.

Пересдача теоретической части квалификационного экзамена назначается не ранее, чем через 7 дней после предшествующей попытки и разрешается не более двух раз.

Пересдача практической части квалификационного экзамена в НИЯУ МИФИ, осуществляющей образовательную деятельность, назначается не ранее, чем через 10 дней после предшествующей попытки и разрешается не более двух раз.

#### 5.4.2. Условия и порядок зачета результатов пройденного обучения

Зачет результатов пройденного обучения осуществляется только в отношении дисциплин (модулей), практики, дополнительных образовательных программ (их частей), по которым учебным планом предусмотрена промежуточная аттестация. Зачтенные результаты пройденного обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации по соответствующему компоненту осваиваемой образовательной программы.

Зачет производится при установлении соответствия результатов пройденного

обучения по ранее освоенной обучающимся образовательной программе (ее части) планируемыми результатами обучения по соответствующей части осваиваемой образовательной программы.

Обучающемуся по программе профессионального обучения по профессии рабочего могут быть зачтены результаты пройденного обучения по программам среднего профессионального образования, высшего образования, подготовки кадров высшей квалификации, программам дополнительного образования.

В случае, когда установить соответствие результатов пройденного обучения на основании представленных документов невозможно, обучающемуся может быть предоставлено право пройти аттестационное испытание по дисциплине (модулю), практике с целью проведения оценивания фактического достижения обучающимся планируемых результатов части осваиваемой образовательной программы.

Оценочные материалы (примерный вариант тестовых заданий) для проведения промежуточной и итоговой аттестаций являются неотъемлемой частью программы.

#### 5.4.3. Критерии оценки освоения программы:

Форма промежуточной аттестации – «зачет».

Критерии оценивания:

**Зачтено** - ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, но могут требоваться незначительные уточнения базовых терминов; раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями; демонстрируется умение анализировать материал, возможно, не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;

**Не зачтено** - материал излагается непоследовательно, отсутствуют знания базовых терминов; не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями; не проводится анализ; выводы отсутствуют; ответы на дополнительные вопросы отсутствуют; не приводятся примеры изучаемой предметной области.

Успешно выдержавшим итоговую аттестацию считается обучающийся, сдавший двухэтапный квалификационный экзамен. Оценка уровня теоретических знаний на экзамене проводится с использованием единой 5 - балльной системы

по следующим критериям оценивания:

**Отлично** - ответы на поставленные вопросы излагаются логично, последовательно и не требуют дополнительных пояснений; полно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями; демонстрируются глубокие знания базовых терминов и закономерностей изучаемой предметной области; делаются обоснованные выводы и обобщения; приводятся примеры изучаемой предметной области;

**Хорошо** - ответы на поставленные вопросы излагаются систематизировано и последовательно, но требуются незначительные уточнения базовых терминов; раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями; демонстрируется умение анализировать материал; не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;

**Удовлетворительно** - допускаются нарушения в последовательности изложения материала; демонстрируются неточности в определении базовых терминов; неполно раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями; с трудом решаются конкретные задачи; имеются затруднения с выводами; не приводятся примеры изучаемой предметной области;

**Неудовлетворительно** - материал излагается непоследовательно; отсутствуют знания базовых терминов; не раскрываются причинно-следственные связи между явлениями и событиями; не проводится анализ; выводы отсутствуют; ответы на дополнительные вопросы отсутствуют; не приводятся примеры изучаемой предметной области.

Оценка уровня приобретенных практических навыков и умений оценивается по следующим критериям:

**Удовлетворительно** - слушатель демонстрирует уверенные навыки для безопасной эксплуатации оборудования на различных этапах работы;

**Неудовлетворительно** - слушатель не демонстрирует или демонстрирует с существенными нарушениями приобретенные навыки и умения.

## **6. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

## **6.1. Организационно-педагогические условия**

Программа построена по модульному принципу. Модульный принцип позволяет обеспечить дифференцированный подход к проведению обучения с учетом подготовленности, квалификации и опыта слушателей. При этом каждый модуль является отдельным этапом обучения, результаты освоения которого идут в зачет слушателю при выборе сроков и содержания обучения.

Продолжительность учебного часа теоретических и практических занятий должна составлять один академический час (45 минут).

Выбор методов обучения для каждого занятия определяется преподавателем в соответствии с составом и уровнем подготовленности слушателей, степенью сложности излагаемого материала, наличием и состоянием учебного материала, в том числе с привлечением представителей работодателей. Оборудования, технических средств обучения, местом и продолжительностью проведения занятий.

Теоретические занятия проводятся с целью изучения нового учебного материала и закрепления знаний по ним. Материал должен быть изложен в форме, доступной для понимания слушателей, с соблюдением единства терминологии, определений и условных обозначений, соответствующих нормативным актам. В ходе занятий должна быть обеспечена взаимосвязь нового материала с ранее изученным, приведены примеры из практики, соблюдена логическая последовательность изложения.

При проведении теоретических занятий с применением дистанционных образовательных технологий по Модулю 1, слушателям предоставляется доступ электронной информационно-образовательной среде НИЯУ МИФИ из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), как на территории НИЯУ МИФИ, так и вне ее. Условия для функционирования электронной и информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Каждому обучающемуся должен быть обеспечен доступ: к базам данных научной периодики, научной литературе.

Электронная информационно-образовательная среда НИЯУ МИФИ должна обеспечивать:

доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик;

формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы.

Занятия могут проводиться в режиме реального времени в непосредственном контакте с преподавателем или слушатель осваивает учебный материал самостоятельно, работая с контентом Программы в системе дистанционного обучения в удобное для него время. При возникновении у обучающегося трудностей в освоении материала обучающийся может обратиться за консультацией к преподавателю. Консультация может быть организована преподавателем как индивидуальная, так и групповая.

Профессиональный (практический) модуль часть программы профессионального образования (обучения), предусматривающая подготовку обучающегося к осуществлению определенной совокупности трудовых функций. Раздел профессионального модуля – часть программы профессионального модуля, которая характеризуется логической завершенностью и направлена на освоение одной или нескольких профессиональных компетенций

Профессиональная (практическая) подготовка слушателей может проводиться путем организации производственной практики в соответствии с Положением об организации практической подготовки в НИЯУ МИФИ.

## **6.2. Кадровые условия реализации программы**

6.2.1. Реализация программы профессионального обучения по профессии рабочего обеспечивается педагогическими работниками НИЯУ МИФИ, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы на иных условиях.

Квалификация педагогических работников НИЯУ МИФИ должна отвечать квалификационным требованиям, указанным в квалификационных справочниках, и

(или) профессиональных стандартах (при наличии).

6.2.2. Состав квалификационной комиссии, принимающей квалификационные экзамены в НИЯУ МИФИ, формируется в количестве не менее 5 человек из числа компетентного профессорско-преподавательского состава НИЯУ МИФИ, в том числе с привлечением представителей работодателей.

Заседание комиссий правомочно, если в нем участвуют не менее двух третей состава соответствующей комиссии.

Заседания комиссий проводятся председателями комиссий. Решения комиссий принимаются простым большинством голосов лиц, входящих в состав комиссий и участвующих в заседании. При равном числе голосов председатель обладает правом решающего голоса.

### **6.3. Материально-техническое обеспечение**

6.3.1. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы профессионального обучения по профессии рабочего:

Масс-спектрометры, инструменты и материалы, и помещения, оснащенные специализированным инвентарем, компьютерным оборудованием и техническими средствами, обеспечивающими образовательный процесс, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НИЯУ МИФИ.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Практическая подготовка проводится с соблюдением требований техники безопасности и законодательства по использованию воздушного пространства.

НИЯУ МИФИ обязан обеспечить безопасность всех участников учебного процесса и иметь в наличии средства оказания первой доврачебной помощи, а также средства пожаротушения.

6.3.2. НИЯУ МИФИ должен быть обеспечен необходимым комплектом

лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

6.3.3. При использовании в образовательном процессе печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик, на одного обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль), проходящих соответствующую практику.

6.3.4. Обучающимся должен быть обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению (при необходимости).

6.3.5. Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья должны быть обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

#### **6.4. Учебно-методические условия**

При разработке программы использовалась следующая нормативная, учебная, методическая и справочная литература:

Нормативные документы:

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ.
2. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 12.0.007-2009 «Система стандартов безопасности труда. Система управления охраной труда в организации. Общие требования по разработке, применению, оценке и совершенствованию» (утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 апреля 2009 г. № 138-ст).

Справочная литература:

1. Лаваньини, Ирма Количественные методы в масс-спектрометрии / Ирма Лаваньини и др. - Москва: Синтег, 2008. - 176 с.

2. ЭИ Г 19 Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: Санкт-Петербург: Лань, 2022

3. ЭИ Б 90 Методы и достижения современной аналитической химии: учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2021

Учебная и методическая литература:

1. ЭИ С56 Современные методы масс-спектрометрии: лабораторный практикум, А. С. Фролов [и др.], Москва: МИФИ, 2008

2. 543 С56 Современные методы масс-спектрометрии: лабораторный практикум, А. С. Фролов [и др.], Москва: МИФИ, 2008

3. 53 Ф91 Введение в технику физического эксперимента: лабораторный практикум, А. С. Фролов, Т. Г. Моисеева, А. А. Сысоев, Москва: МИФИ, 2009

## **6.5. Оценочные материалы**

6.5.1. Примерный перечень вопросов для проверки теоретических знаний:

1. Основные этапы в развитии масс-спектрометрии.
2. Какова связь этапов развития с совершенствованием технологии производства.
3. Какова роль масс-спектрометрии в развитии науки, техники и технологий.
4. Принцип работы масс-спектральных устройств.
5. Почему электрические и магнитные поля обладают разделяющими свойствами?
6. Какие элементы входят в структурную схему масс-спектрометра?
7. Каково назначение основных элементов масс-спектрометров?
8. Какие основные характеристики масс-спектрометров?
9. Какими способами получают ионы в масс-спектрометрии?
10. Как формируют ионные пучки в масс-спектрометрах?
11. Какие требования, предъявляют к ионным источникам?

12. Перечислите основные характеристики источников?
13. Какие способы получения ионов применяют в изотопных масс-спектрометрах?
14. Принцип работы источника ионов с электронным ударом.
15. Опишите механизм ионизации.
16. Какими средствами формируют ионные пучки?
17. Какие достоинства и недостатки имеют источники с электронным ударом?
18. Принцип разделения ионов в магнитных полях.
19. Какие типы магнитных анализаторов применяют в масс-спектрометрах?
20. Принцип фокусировки в секторных анализаторах.
21. Для чего применяют анализаторы с неортогональным входом ионных пучков?
22. Почему применяют анализаторы с криволинейными границами?
23. Какие достоинства и недостатки магнитных масс-спектрометров с неоднородными полями?
24. Назовите параметры и характеристики магнитных анализаторов с неоднородными полями?
25. Запишите условие фокусировки в радиальном и аксиальном направлениях.
26. Какие значения разрешающей способности достигаются в анализаторах с неоднородными полями?
27. Характеристики масс и энергоспектрометров с неоднородными полями.
28. Опишите принцип разделения ионов в последовательных аксиально-симметричных электрическом и магнитном полях.
29. Как достигается двойная фокусировка.
30. Сущность метода расчета двухкаскадных масс-анализаторов.
31. Достоинства и недостатки масс-спектрометров с двойной фокусировкой.
32. Для каких целей применяются масс-спектрометры с двойной

фокусировкой?

33. Какие основные ионно-оптические характеристики анализаторов с двойной фокусировкой?

34. Напишите условия фокусировки по углам расходимости и энергиям?

35. Напишите формулы увеличения, дисперсии, разрешающей способности.

36. Какие применяются схемы двухкаскадных анализаторов?

37. Какие существуют способы детектирования и регистрации ионных пучков.

38. В чем суть метода электрического заряда?

39. В чем принцип работы вторично-электронного умножителя?

40. Какие существуют способы записи массовых спектров?

41. Какие основные источники фона в масс-спектрометрах Способы развертки массовых спектров. Приборы, применяемые для регистрации спектров масс.

42. В чем состоит влияние рассеяния ионов на остаточном газе и поверхностях на фон масс-спектрометров?

43. В чем состоит влияние рассеяния ионов на разрешающую способность и чувствительность?

44. Что такое эффект «памяти» и какие способы его снижения?

45. Какие существуют источники фона, обусловленные средствами откачки и применяемыми материалами?

46. Принципы разделения ионов в переменных полях и по времени пролета? Принцип работы времяпролетного масс-спектрометра.

47. Какие факторы, влияют на разрешающую способность.

48. В чем суть пространственно-временной фокусировки?

49. Как определяется разрешающая способность прибора?

50. Какие способы увеличения чувствительности времяпролетных масс-спектрометров?

51. В чем состоит принцип фокусировки ионов по энергиям во времяпролетных масс-спектрометрах?

52. Что такое ионные зеркала?
53. Какие конструкции ионных зеркал бывают?
54. В чем состоит принцип временной фокусировки с помощью ионных зеркал?
55. В чем преимущества ионных зеркал с аксиально-симметричными полями?
56. Принцип работы радиочастотных масс-спектрометров?
57. Что такое масс-спектрометр типа Беннета?
58. Какова разрешающая способность и светосила приборов радиочастотных приборов?
59. В чем принцип работы резонансных масс-спектрометров?
60. В чем состоит принцип использования циклотронного резонанса в масс-спектрометре?
61. Что такое антирезонансные масс-спектрометры?
62. Принцип работы квадрупольного масс-спектрометра. Принцип действия. Диаграмма стабильности. Характеристики квадрупольных масс-спектрометра.
63. Достоинства и недостатки квадрупольных масс-спектрометров? В чем состоит принцип работы монопольного масс-спектрометра? Какие основные характеристики прибора?
64. Что такое масс-спектрометр типа «Ионная ловушка»?
65. Какие основные характеристики масс-спектрометра типа «ионная ловушка»?
66. В чем состоит принцип масс-спектрометрического анализа?
67. Какова сущность относительного и абсолютного метода измерения состава веществ?
68. Что такое коэффициенты относительной чувствительности?
69. Какие причины вносимых при измерениях искажений?
70. В чем состоит принцип градуировки масс-спектрометрических устройств?
71. Каковы применения масс-спектрометрического метода анализа?

72. Принцип измерения относительной концентрации изотопов?

73. Какие применяются методы изотопного анализа? Какие применяются методы газового анализа?

74. Как измеряются массы атомов и молекул?

75. Какие существуют методы измерения масс?

6.5.2. Примерный перечень контрольных вопросов и практических задач:

1. История развития масс-спектрометрического метода анализа.

2. Принцип масс-спектрометрического анализа.

3. Достоинства масс-спектрометрического метода анализа.

4. Принцип работы масс-спектральных устройств.

5. Элементы масс-спектрометров и их назначение.

6. Характеристики масс-спектрометров.

7. Требования, предъявляемые к ионным источникам. Основные характеристики источников.

8. Механизм образования ионов при ионизации электронным ударом.

9. Физические процессы, протекающие в ионных источниках с электронным ударом.

10. Магнитные и электрические анализаторы, основные схемы приборов.

11. Магнитные масс-спектрометры с неоднородными полями, принцип их работы, достоинства и недостатки.

12. Характеристики масс- и энергоанализаторов. Анализаторы со скрещенными полями.

13. Детектирование и регистрация ионных пучков.

14. Метод электрического заряда.

15. Требования к конструкции приемников ионов. Динаatronный эффект.

16. Типы времяпролетных анализаторов: прямопролетные, с отражающими полями, с аксиально-симметричными электрическими полями.

17. Прямопролетные масс-анализаторы: принцип работы, факторы, влияющие на разрешающую способность.

18. Времяпролетные масс-спектрометры с отражающими полями. Принцип фокусировки по энергиям.
19. Квадрупольный масс-спектрометр. Принцип действия.
20. Характеристики квадрупольных масс-спектрометров. Достоинства и недостатки.
21. Диаграмма стабильности.
22. Метод вторично-электронной эмиссии Вторично-электронные умножители.
23. Запись массовых спектров. Способы развертки массовых спектров.
24. Коэффициент усиления, динамический диапазон, мертвое время, время