



Программа дополнительного образования

Программа дополнительного профессионального образования

**Программа повышения квалификации**

«Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой:  
основы, 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**

«Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой:  
основы, техника выполнения измерений, практикум»

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой: основы, 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 «Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой: основы, 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 атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой.
- 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 «Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой: основы, техника выполнения измерений, практикум» слушатели должны:

- знать основы теории и основные понятия атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой; 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 – 3 учебных дня (24 академических часа) на базе полученного / получаемого высшего и (или) среднего профессионального образования.

Нормативный срок освоения программы: – 3 учебных дня (24 академических часа) из них:

- 12 лекционных часов,
- 6 часов - практические занятия;
- 4 часа - самостоятельная работа;
- 1 час – консультации;
- 1 час - итоговая аттестация.

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

## **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**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование разделов и тем</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Лекции</b>
1.	Основы метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-АЭС). Определяемые элементы и область применения.	2	2
2.	Способы генерации плазмы. Принципиальные конструкции ИСП-спектрометров.	2	2
3.	Горелки для ИСП-плазмы. Радиальный, аксиальный и двойной обзор плазмы. Типы ИСП-спектрометров.	2	2
4.	Установка системы ввода. Влияние условий измерения на интенсивность сигнала. Подбор условий измерений. Расчет предела обнаружения.	2	2
5.	Предварительные стадии атомно-спектральных методов анализа. Особенности пробоотбора и пробоподготовки. Минимизация основных ошибок определения следов элементов атомно-спектральными методами	2	-
6.	Техника работы на ртутно-гидридной приставке. Методы количественного анализа, параметры чувствительности, пределы обнаружения, динамический диапазон	2	2

7.	Типичные вопросы по техники ИСП- АЭС, типичные ошибки и способы устранения.	2	2
8.	Проведение измерений методом ИСП-АЭС (на примере образцов со сложной матрицей: почва, пищевые продукты). Определение содержания гидридообразующих элементов (As, Se) и Hg.	4	–
9.	Самостоятельная работа	4	-
10.	Консультация	1	-
<b>Всего по курсу обучения</b>		<b>23</b>	<b>12</b>
<b>Итоговая аттестация</b> (в форме тестового задания)		1	-
<b>Итого:</b>		<b>24</b>	<b>12</b>

#### 4. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

	1 день	2 день	3 день
Теоретические занятия	4	4	4
Практические занятия	2	2	2
Самостоятельная работа	2	2	-
Консультация	-	-	1
Итоговая аттестация (в форме тестового задания)	-	-	1
<b>Всего: 24 часа</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

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

##### 5.1 Теоретические занятия

- 5.1.1 Основы метода Индуктивно-связанная плазма – как источник образования атомов и ионов для спектрального анализа. Определяемые элементы и область применения.
- 5.1.2 Способы генерации плазмы. Принципиальные конструкции ИСП-спектрометров.
- 5.1.3 Горелки для ИСП-плазмы. Радиальный и аксиальный обзор. Типы ИСП-спектрометров
- 5.1.4 Детекторы для ИСП-АЭС. Техника работы на ртутно-гидридной приставке. Методы количественного анализа,
- 5.1.5 Параметры чувствительности. Динамический диапазон. Приготовление калибровочных растворов, подготовка реактивов и посуды, построение градуировочных зависимостей. Особенности пробоотбора и пробоподготовки. Кислотное разложение в открытых и закрытых системах, сплавление.
- 5.1.6 Минимизация основных ошибок определения следов элементов атомно-спектральными методами

##### 5.2 Практические занятия

- 5.2.1 Установка системы ввода. Влияние условий измерения на интенсивность сигнала. Подбор условий измерений.
- 5.2.2 Расчет предела обнаружения.
- 5.2.3 Проведение измерений методом ИСП-АЭС (на примере образцов со сложной матрицей: почва, пищевые продукты).
- 5.2.4 Прямой анализ образцов с органической матрицей.
- 5.2.5 Определение содержания гидридообразующих элементов (As, Se) и Hg

##### 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 «Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой: основы, 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:**

- Харитонов Ю. Я. «Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа» 2003г, - 559с
- Золотов Ю.А., Дорохова Е.Н., Фадеева В.И. и др. «Основы аналитической химии». В 2 кн. Кн. 1. «Общие вопросы. Методы разделения: Учеб. Для вузов». М.: Высш. Шк., 1996. – 383 с.: ил.
- Бёккер Ю. Спектроскопия. Под ред. А.А. Пупышева, М.В. Поляковой. – М.: Техносфера, 2009
- Отто М. Современные методы аналитической химии. – М.: Техносфера, 2008. – 281 с.
- Карпов Ю.А., Савостин А.П. «Методы пробоотбора и пробоподготовки». М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2003. 243 с.

#### **Основная литература для обучающихся:**

- Золотов Ю.А., Дорохова Е.Н., Фадеева В.И. и др. «Основы аналитической химии». В 2 кн. Кн. 2. «Методы химического анализа: Учеб. Для вузов». М.: Высш. Шк., 1996. – 461 с.: ил.
- Бок Р. «Методы разложения в аналитической химии». М.: Химия. 1984. 432 с.
- Другов Ю. С., Родин А. А. «Пробоподготовка в экологическом анализе», 2015
- Томпсон М., Уолш Д.Н. «Руководство по спектрометрическому анализу с индуктивно-связанной плазмой». Пер. с англ. – М. Недра, 1988, 288 с.: ил. – Пер. изд.: США. 1983.

## **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

- Основы метода
- Понятие термина плазма.
- Определяемые элементы и область применения.
- Вертикальная и горизонтальная система ввода образца в атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.
- Способы генерации плазмы.
- Принципиальные конструкции ИСП-спектрометров.
- Горелки для ИСП-плазмы.
- Радиальный и аксиальный обзор.
- Типы ИСП-спектрометров
- Детекторы для ИСП-АЭС.
- Техника работы на ртутно-гидридной приставке.
- Методы количественного анализа,
- Параметры чувствительности,
- Динамический диапазон
- Мешающие влияния и способы их устранения в методе атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.
- Приготовление калибровочных растворов, подготовка реактивов и посуды, построение градуировочных зависимостей.
- Особенности пробоотбора и пробоподготовки.
- Кислотное разложение в открытых и закрытых системах, сплавление.
- Минимизация основных ошибок определения следов элементов атомно-спектральными методами

### 9.2. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### **1. Источником излучения в атомно-эмиссионной спектрометрии является:**

- лампа с полым катодом;
- атомы элементов;**
- плазма.

#### **2. Какие процессы происходят в плазме:**

- атомизация;
- ионизация;
- несколько процессов одновременно: атомизация, возбуждение, эмиссия, ионизация.**

**3. Температура плазмы составляет:**

- а) 1500 – 3000 °С;
- б) 6000 – 10000 °С;**
- в)  $\geq 15000$  °С.

**4. Значение ВЕС характеризует:**

- а) чувствительность при определении данного элемента;
- б) величину фонового сигнала;**
- в) чувствительность на конкретной длине волны для данного элемента.

**5. Какие элементы нельзя определять методом АЭС ИСП:**

- а) элементы, которые входят в состав воздуха;**
- б) галогены;
- в) щелочные металлы.

**6. Какой из перечисленных вариантов является методом устранения мешающего влияния в АЭС ИСП:**

- а) метод корректирующих стандартов;**
- б) анализ образца с помощью метода анализа, отличного от АЭС ИСП по физическим основам;
- в) метод «введено-найдено».

**7. Какой из перечисленных элементов не входит в состав ИСП-спектрометра:**

- а) система ввода образца,
- б) горелка,
- в) ионная оптика
- г) детектор
- д) система коррекции фона**
- е) интерфейс
- ж) масс-фильтр

**8. Распылитель предназначен для:**

- а) получения аэрозоля пробы;
- б) отделения крупных капель аэрозоля от мелких;
- в) удаления твердых частиц пробы.

**9. Для каких проб необходимо применять охлаждаемую распылительную камеру:**

- а) чистой воды;
- б) проб с высоким содержанием солей;
- в) легколетучих образцов.

**9. Какой элемент не определяется методом генерации гидридов:**

- а) As;
- б) Se;
- в) Ca.

**10. ИСП спектрометры параллельного действия:**

- а) одновременно регистрируют весь спектр;
- б) сканируют последовательно каждую длину волны;
- в) могут как регистрировать весь спектр, так и сканировать.