

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по образовательной деятельности



Е.А. Турилова

(подпись)

2024 г.

**Дополнительная профессиональная программа
повышения квалификации
«Определение концентрации ртути в пищевых продуктах и других веществах
методом атомной абсорбции»**

Утверждена Учебно-методической комиссией Института физики КФУ (протокол №3 от
«13» ноября 2024 г.)

Председатель комиссии

(подпись)

О.В. Недопекин

Директор Института физики

(подпись)

М.Р. Гафуров

Казань – 2024

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы

Целью реализации программы повышения квалификации является совершенствование и получение новых компетенций в области атомно-абсорбционного анализа веществ и, в частности, пищевых продуктов на ртуть.

Слушатель программы получит возможность овладеть следующими основными компетенциями:

- Способность применять современные атомно-абсорбционные спектрометры для анализа веществ на тяжелые металлы;
- Готовность к разработке и реализации методических указаний по проведению атомно-абсорбционного анализа веществ в аналитических лабораториях;
- Готовность осуществлять подготовку проб для атомно-абсорбционного анализа пищевых продуктов и других веществ на ртуть;
- Владение: физико-химическими основами атомно-абсорбционной спектрометрии; приемами аналитической химии; методами регистрации аналитических сигналов и статистической обработки результатов измерений.

1.2. Планируемые результаты обучения

Обучающийся, освоивший программу:

Должен знать:

- Нормативную документацию, регламентирующую содержание ртути в пищевых продуктах и других веществах;
- Нормативную документацию, регламентирующую методики определения содержания ртути в пищевых продуктах и других веществах;
- Современное аналитическое оборудование для определения содержания ртути в пищевых продуктах и других веществах.

Должен уметь:

- Комплектовать аналитическую лабораторию оборудованием и реактивами для определения содержания ртути в пищевых продуктах и других веществах;
- Соблюдать правила техники безопасности при определении содержания ртути в пищевых продуктах и других веществах;
- Оптимально настраивать аналитическую аппаратуру для минимизации погрешности определения содержания ртути в пищевых продуктах и других веществах;
- Осуществлять подготовку проб для атомно-абсорбционного анализа пищевых продуктов и других веществ на ртуть;
- Выполнять определение содержания ртути в пищевых продуктах и других веществах;
- Оформлять протокол определения содержания ртути в пищевых продуктах и других веществах.

Должен владеть навыками:

- работы в области аналитической химии и инструментального химического анализа веществ и материалов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- проводить атомно-абсорбционный анализ пищевых продуктов и других веществ на содержание тяжелых металлов и ртути;
- соблюдать требования нормативной документации по контролю предельно допустимых концентраций тяжелых металлов в пищевых продуктах и других веществах.

1.3. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение: наличие высшего или среднего специального образования.

1.4. Программа разработана на основе: квалификационных требований к должности инженер-лаборант, содержащихся в Квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и других служащих (утв. Постановлением Минтруда России от 21.08.1998 N 37) (ред. от 27.03.2018)

1.5. Форма обучения – очная.

Продолжительность обучения всего: 86 часов, из них аудиторных занятий – 72 часа, самостоятельная работа обучающихся – 14 часов.

По завершении обучения проводится итоговая аттестация. При успешном прохождении итоговой аттестации слушателям выдается удостоверение о повышении квалификации установленного КФУ образца.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

Наименование раздела, темы	Трудоемкость, час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа, час.	
		Всего, час.	в том числе			
			лекции	практич. занятия, семинары		
1	2	3	4	5	6	
Тема 1. Современное аналитическое оборудование для решения задач в области микроэлементного анализа пищевых продуктов и других веществ	10	8	6	2	2	
Тема 2. Основы атомно-абсорбционной спектрометрии	10	8	8	0	2	
Тема 3. Анализаторы ртути	10	8	8	0	2	
Тема 4. Метрология атомно-абсорбционного анализа	6	4	4	0	2	
Тема 5. Программное обеспечение для атомно-абсорбционного анализа веществ и материалов	8	6	4	2	2	
Тема 6. Методическое обеспечение атомно-абсорбционного анализа веществ и материалов	24	22	10	12	2	
Тема 7. Атомно-абсорбционный анализ веществ на содержание ртути	14	12	6	6	2	
Всего	82	68	46	22	14	
Итоговая аттестация	4	4	0	4	0	
Итого часов	86	72	46	26	14	

2.2. Календарный учебный график

Период обучения (дни, недели) ¹⁾	Наименование раздела
1 день	Тема 1. Современное аналитическое оборудование для решения задач в области микроэлементного анализа пищевых продуктов и других веществ
2 день	Тема 2. Основы атомно-абсорбционной спектрометрии
3 день	Тема 3. Анализаторы ртути
4 день	Тема 4. Метрология атомно-абсорбционного анализа Тема 5. Программное обеспечение для атомно-абсорбционного анализа веществ и материалов
5 день	Тема 5. Программное обеспечение для атомно-абсорбционного анализа веществ и материалов
6 день	Тема 6. Методическое обеспечение атомно-абсорбционного анализа веществ и материалов
7 день	Тема 6. Методическое обеспечение атомно-абсорбционного анализа веществ и материалов
8 день	Тема 6. Методическое обеспечение атомно-абсорбционного анализа веществ и материалов

	Тема 7. Атомно-абсорбционный анализ веществ на содержание ртути
9 день	Тема 7. Атомно-абсорбционный анализ веществ на содержание ртути Итоговая аттестация

1) Даты обучения будут определены в расписании занятий при наборе группы на обучение

2.3. Рабочие программы разделов

Наименование темы	Содержание лекций (количество часов)	Наименование практических занятий или семинаров (количество часов)	Виды СРС (количество часов)
1	2	3	4
Тема 1. Современное аналитическое оборудование для решения задач в области микроэлементного анализа пищевых продуктов и других веществ (8 ч.)	Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП); Атомно-эмиссионная спектрометрия с ИСП; Пробоподготовка твердых образцов (оборудование для растворения, сжигания, микроволнового разложения, экстракции, концентрирования); Стандартные образцы и референсные материалы; Атомно-абсорбционная спектрометрия; Атомно-абсорбционная спектрометрия с зондовой фракционной пробоподготовкой (6 ч.)	Экскурсия в лаборатории с оборудованием для пробоподготовки и микроэлементного анализа (2 ч.)	Работа с литературой. Подготовка к практическим занятиям (2 ч.)
Тема 2. Основы атомно-абсорбционной спектрометрии (8ч.)	Спектрофотометрические основы метода атомной абсорбции (спектральные линии, закон Ламберта-Бугера-Бэра, спектральное разрешение, условия Уолша); Атомизаторы (пламенный, ртуть-гидридный, графитовый); Аналитическая процедура (градуировка, метрологическая оценка результатов); Правила пробоподготовки (растворение, микроволновое разложение, суспензии и твердые навески); Типовые анализы (вода, пищевые продукты, почва, горные породы, сплавы) (8 ч.)		Работа с литературой. Подготовка к практическим занятиям (2ч.)
Тема 3. Анализаторы ртути (8 ч.)	Спектрометры МГА-1000 и МГА-915; Анализатор Юлия – 5К; Анализатор РА-915; Пироприставка ЭТАР-1; Анализатор DMA-80.		Работа с литературой. Подготовка к практическим занятиям (2ч.)

	(8 ч.)		
Тема 4. Метрология атомно- абсорбционного анализа (4 ч.)	Метрологические характеристики измерений (предел обнаружения, рабочий диапазон; повторяемость); Метрологическая аттестация методики анализа (оформление, процедура аттестации, утверждение) (4 ч.)		Работа с литературой. Подготовка к практическим занятиям (2ч.)
Тема 5. Программное обеспечение для атомно- абсорбционного анализа веществ и материалов (6 ч.)	Основные функции компьютерной программы АА спектрометра (настройка оптической схемы, включение ламп, выход на аналитическую линию, баланс энергии источников и приемника излучения, программирование атомизатора, программирование автодозатора проб, программирование градуировки и измерения, программирование протокола анализа); Программное обеспечение для работы с приставками к АА- спектрометру. (4 ч.)	Составление программ анализа на спектрометре (2 ч.)	Работа с литературой. Подготовка к практическим занятиям (2ч.)
Тема 6. Методическое обеспечение атомно- абсорбционного анализа веществ и материалов (22 ч.)	ГОСТы и официальные методики атомно- абсорбционного анализа веществ и материалов (пищевые продукты, почвы, сплавы, геологические и экологические образцы); Структура; Процедура; Характеристики; Пробоподготовка (демонстрация микроволнового автоклава в работе); Приготовление калибровочных растворов; Составление программы спектрометра; Составление последовательности проведения анализа; Обсуждение типичных ошибок при проведении анализа; Демонстрация проведения электротермического атомно- абсорбционного анализа;	Проведение атомно- абсорбционного анализа реальных объектов (12 ч.)	Работа с литературой. Подготовка к практическим занятиям (2 ч.)

	Оформление протокола анализа (10 ч.)		
Тема 7. Атомно-абсорбционный анализ веществ на содержание ртути (12 ч.)	Специфика анализа на содержание ртути; Техника безопасности при анализе на ртуть; Методы подготовки проб. (6 ч.)	Проведение анализа пищевых продуктов (и других веществ по желанию курсантов) на содержание ртути (6 ч.)	Работа с литературой. Подготовка к практическим занятиям (2 ч.).

2.4. Оценка качества освоения программы

2.4.1. Формы контроля и аттестации

Оценка качества освоения программы включает итоговую аттестацию.

К итоговой аттестации допускается слушатель, успешно завершивший в полном объеме освоение программы повышения квалификации.

Аттестация (зачет) проводится путем рассмотрения и обсуждения результатов анализа зашифрованной пробы, полученных слушателем-выпускником самостоятельно.

2.4.2. Оценочные материалы

Основные показатели оценки планируемых результатов

Результаты обучения	Основные показатели оценки результата
Способность применять современные атомно-абсорбционные спектрометры для анализа веществ на тяжелые металлы;	способность выбора методов и средств и их соединения для решения определенных задач (операционность); рациональность планирования и организации деятельности; аргументированность выбора методов; обоснованность постановки цели; нахождение и использование информации для эффективного выполнения профессиональных задач
Готовность к разработке и реализации методических указаний по проведению атомно-абсорбционного анализа веществ в аналитических лабораториях;	способность выбора методов и средств и их соединения для решения определенных задач (операционность); рациональность планирования и организации деятельности; аргументированность выбора методов; обоснованность постановки цели; нахождение и использование информации для эффективного выполнения профессиональных задач
Готовность осуществлять подготовку проб для атомно-абсорбционного анализа пищевых продуктов и других веществ на ртуть;	способность выбора методов и средств и их соединения для решения определенных задач (операционность); рациональность планирования и организации деятельности; аргументированность выбора методов; обоснованность постановки цели; нахождение и использование информации

	для эффективного выполнения профессиональных задач
Владение: физико-химическими основами атомно-абсорбционной спектрометрии; приемами аналитической химии; методами регистрации аналитических сигналов и статистической обработки результатов измерений.	способность выбора методов и средств и их соединения для решения определенных задач (операционность); рациональность планирования и организации деятельности; аргументированность выбора методов; обоснованность постановки цели; нахождение и использование информации для эффективного выполнения профессиональных задач

Форма контроля	Критерии оценивания	
	зачтено	не зачтено
Итоговая аттестация: зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, продемонстрировал способность применять теоретические знания к практическим ситуациям, формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные вопросы	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не освоил умения применять теоретические знания к практическим ситуациям, продемонстрировал неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения

Подготовка и защита итогового квалификационного задания, представляемого на зачете
Требования к структуре и оформлению методики и протоколу атомно-абсорбционного анализа зашифрованной пробы:
АА анализ должен быть проведен и оформлен согласно утвержденной методике.
Результат АА анализа должен совпадать с аттестованным значением зашифрованной пробы.

Оценка выступления с материалами результатов анализа

Предмет(ы) оценивания	Показатели оценки	Критерии оценки
Содержание выступления (контент)	Актуальность темы	Доказательная обоснованность актуальности темы
	Соответствие цели, задач и сделанных выводов	Соответствует/не соответствует
	Оригинальность и обоснованность предложенных решений	Авторство точки зрения (позиции, отношения) при раскрытии проблемы Аргументация при обосновании предложенных решений, раскрытии позиции (точки зрения)

	Работа с терминами и понятиями прослушанного курса ПК	Использование в выступлении терминов и понятий курса ПК, правомерность и свобода оперирования ими
	Ответы на вопросы	Способность уверенно и развернуто отвечать на поставленные вопросы
		Способность к предметной дискуссии
Форма (структура и способ) выступления	Структура выступления	Логичность выступления Доступность изложения материала Вовлеченность аудитории
	Мультимедиа сопровождение	Использование возможностей мультимедиа ресурса
	Оригинальность подачи материала	Использование речевых приемов Использование невербальных средств передачи информации
	Регламент выступления	Соблюдение рамок регламента

3. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

3.1. Требуемые материально-технические условия:

Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Учебный класс	Лекция	Мультимедийное оборудование, проектор, компьютер.
Учебная лаборатория	Практическое занятие	Мультимедийное оборудование, проектор, компьютеры, аналитическое оборудование

3.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Основная литература

1. ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути
2. ГОСТ 34427-2018 Продукты пищевые и корма для животных. Определение ртути методом атомно-абсорбционной спектрометрии на основе эффекта Зеемана.
3. ГОСТ Р ИСО 20552-2011 Определение паров ртути. Отбор проб с получением амальгамы золота и анализ методом атомной абсорбционной или атомной флуоресцентной спектрометрии.
4. Практические рекомендации по определению содержания ртути в нефтях и продуктах её переработки на анализаторе РА-915М И РА-915+ с приставкой ПИРО-915+ ПУ 53-2016. ООО «Люмэкс - Маркетинг». Санкт-Петербург 2016 г. 13 с.
5. Практические рекомендации по реализации ГОСТ 34427-2018 «Продукты пищевые и корма для животных. определение ртути методом атомно-абсорбционной спектрометрии на основе эффекта Зеемана» с использованием анализатора ртути РА+915 /РА-915М с приставкой ПИРО-915 . ПУ 45-2013. ООО «Люмэкс - Маркетинг». Санкт-Петербург 2019. 10 с.

6. Практические указания по определению ртути в смывах с поверхности методом атомно-абсорбционной спектрометрии с использованием анализатора ртути РА-915+ и РА-915М с приставкой ПИРО-915+. ПУ 50-2016. ООО «Люмэкс - Маркетинг». Санкт-Петербург 2016. 16 с.
7. Оценка пренатального воздействия ртути: Стандартные операционные процедуры. Европейское региональное бюро ВОЗ. 2018 г. 157 с.
8. Пупышев А.А., Данилова Д.А. Атомно-эмиссионный спектральный анализ с индуктивно связанный плазмой и тлеющим разрядом по Гриму. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2002. 202 с.
9. Пупышев А.А. Практический курс атомно-абсорбционного анализа: Курс лекций. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2003. 442 с.
10. Пупышев А.А., Суриков В.Т. Масс-спектрометрия с индуктивно связанный плазмой. Образование ионов. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 276 с.
11. Пупышев А.А., Атомно-абсорбционный спектральный анализ М.: Техносфера, 2009. 784 с.
12. Пупышев А.А., Практический курс атомно-абсорбционного анализа: курс лекций / 2-изд., стереотип. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 442 с.
13. Ганеев А.А., Погарев С.Е., Пупышев А.А., Шолупов С.Е. Атомно-абсорбционный анализ: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2011. 304 с.

Дополнительная литература

1. Ермаченко Л.А., Ермаченко В.М. "Атомно-абсорбционный анализ с графитовой печью: Методическое пособие для практического использования в санитарно-гигиенических исследованиях" М.: ПАИМС, 1999. 220 с.
2. Ермаченко Л.А. "Атомно-абсорбционный анализ в санитарно-гигиенических исследованиях" 1997. 207 с.
3. Хавезов И., Цалев Д. "Атомно-абсорбционный анализ" Л.: Химия, 1983. 144с.

Интернет-ресурсы:

1. Российский химико-аналитический портал <http://www.anchem.ru/>
2. «Аналитика и контроль» - научный журнал по аналитической химии и аналитическому контролю <http://aik-journal.urfu.ru/Index.htm>
3. ЖУРНАЛ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ- научный журнал по аналитической химии <http://www.zhakh.ru>
4. Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy - научный журнал по аналитической спектроскопии <https://www.journals.elsevier.com/spectrochimica-acta-part-b-atomic-spectroscopy>
5. Journal of Analytical Atomic Spectrometry - научный журнал по аналитической спектроскопии <http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/ia#!recentarticles&adv>

3.3. Кадровые условия

Для преподавателей ДПП ПК, обеспечивающих образовательный процесс, устанавливаются следующие обязательные (минимальные требования): наличие высшего образования, ученаая степень (или уникальный опыт по направлению образовательной программы), опыт работы в сфере образования (или в рамках тематики ДПП ПК) не менее трех лет.

4. РУКОВОДИТЕЛЬ И АВТОРЫ ПРОГРАММЫ

Руководитель:

Захаров Юрий Анатольевич – доктор технических наук, профессор кафедры общей физики КФУ.

Авторы:

Захаров Юрий Анатольевич – доктор технических наук, профессор кафедры общей физики КФУ;

Ирисов Денис Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры общей физики КФУ.

Хайбуллин Рустем Раисович – кандидат технических наук, ген. директор ООО «Атомизация».