

РАЗРАБОТАНО

Директор по научно-техническому развитию
И.Л. Тринштейн

Руководитель Учебного центра
Л.А. Васильева

Л.А. Васильева

УТВЕРЖДЕНО

Генеральный директор

ООО «Аналит Продактс»

Г.И. Краева

Приказ « *08* » *июль* 2021 г. № *06/21-П*



Программа дополнительного образования

Программа дополнительного профессионального образования

Программа повышения квалификации

**«Рентгено-флуоресцентный анализ: основы метода, техника
выполнения измерений, практикум»**

Санкт-Петербург
2021

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Рентгено-флуоресцентный анализ: основы метода, техника выполнения измерений, практикум» разработана руководителем Учебного центра Общества с ограниченной ответственностью «Аналит Продактс» (далее – Общество) по согласованию с директором по научно-техническому развитию Общества. 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 «Рентгено-флуоресцентный анализ: 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.

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, 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:

- начальник исследовательской лаборатории (код 22016 ОК 016-94),
- начальник производственной лаборатории (код 24845 ОК 016-94),
- инженер-лаборант (код 22497 ОК 016-94),
- инженер (код 22446 ОК 016-94),

- научный сотрудник (код 24376, 24394, 24395, 24397 ОК 016-94),
- инженер-химик (код 22860 ОК 016-94),
- техник-лаборант (код 26999 ОК 016-94),
- лаборант (код 13265, 13269, 13271, 13306, 13312, 13319, 13321 ОК 016-94),
- инженер (код 22446, 42499 ОК 016-94),
- главный инженер (код 20755, 20758 ОК 016-94),
- инженер-лаборант (код 22497, 22602 ОК 016-94),
- инженер-технолог (код 22854 ОК 016-94),
- химик (код 27392 ОК 016-94),
- техник-метролог (техник по метрологии) (код 27012 ОК 016-94),
- инженер по охране окружающей среды (эколог) (код 22656 ОК 016-94)
- биохимик (код 20327 ОК 016-94),
- врач - судебно-медицинский эксперт (код 20480 ОК 016-94).

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 рентгено-флуоресцентный анализа.
- 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 «Рентгено-флуоресцентный анализ: основы метода, техника выполнения измерений, практикум» слушатели должны:

- знать основы теории и основные понятия рентгено-флуоресцентного анализа; 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.

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:

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

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

2. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

2.1. Требования к условиям реализации программы

Образовательная деятельность обучающихся предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ: лекции, практические и семинарские занятия, лабораторные работы, круглые столы, мастер-классы, мастерские, деловые игры, ролевые игры, тренинги, семинары по обмену опытом, выездные занятия, консультации, выполнение аттестационной, дипломной, проектной работы и другие виды учебных занятий и учебных работ, определенные учебным планом.

В случае применения дистанционных образовательных технологий предусматривается трансляция онлайн-лекций на одной из образовательных платформ. Слушатель имеет возможность участвовать в онлайн-лекциях, обсуждать с преподавателем материал лекции и задавать вопросы. Слушателям на период обучения обеспечивается доступ к записям всех онлайн-лекций в рамках данного курса.

Для всех видов занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Освоение программы завершается итоговой аттестацией в форме тестовых заданий (в электронной форме).

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

2.2. Информационное обеспечение образовательного процесса

Для обучающихся по настоящей программе повышения квалификации подготовлены лекционные и учебно-методические материалы на электронном носителе.

3. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего часов	Лекции
1.	Теоретические основы рентгенофлуоресцентного анализа: возникновение рентгеновского излучения, взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Возможности метода и область применения.	2	2
2.	Устройство и принцип работы современных рентгенофлуоресцентных спектрометров: с волновой дисперсией, с энергетической дисперсией и полным внешним отражением. Портативные спектрометры.	2	2
3.	Проверка состояния прибора (на примере энергодисперсионного спектрометра). Выбор параметров измерения и их влияние на результат анализа. Рентгеновский спектр его расшифровка и обработка.	2	-
4.	Подготовка проб и образцов сравнения для рентгенофлуоресцентного анализа. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресцентного излучения и воспроизводимость результатов анализа.	2	2
5.	Качественный и количественный анализ. Способы расчета концентраций в рентгенофлуоресцентном анализе. Анализ с использованием метода фундаментальных параметров. Оценка погрешности измерений и предела обнаружения.	2	2
6.	Подготовка проб. Проведение анализа объемных и тонких образцов: создание метода, проведение испытаний, обработка спектра. Пример расчета предела обнаружения.	2	-

7.	Количественный анализ. Использование метода градуировочной зависимости. Способы коррекции в количественном анализе.	2	2
8.	Создание метода количественного анализа и построение градуировочной зависимости. Примеры расчета предела обнаружения и использования методов коррекций в количественном анализе при исследовании различных объектов.	4	-
9.	Самостоятельная работа	4	-
10	Консультация	1	-
Всего по курсу обучения		23	10
Итоговая аттестация (в форме тестового задания)		1	-
Итого:		24	

4. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

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

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

5.1 Теоретические занятия

- Теоретические основы рентгенофлуоресцентного анализа: возникновение рентгеновского излучения, взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Возможности метода и область применения.
- Устройство и принцип работы современных рентгенофлуоресцентных спектрометров: с волновой дисперсией, с энергетической дисперсией и полным внешним отражением. Портативные спектрометры.
- Подготовка проб и образцов сравнения для рентгенофлуоресцентного анализа. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресцентного излучения и воспроизводимость результатов анализа.
- Качественный и количественный анализ. Способы расчета концентраций в рентгенофлуоресцентном анализе (способ внешнего стандарта, способ добавок, способ внутреннего стандарта, способ стандарта рассеянного излучения, способ фундаментальных параметров). Анализ с использованием метода фундаментальных параметров. Оценка погрешности измерений и предела обнаружения.
- Использование метода градуировочной зависимости. Способы коррекции в количественном анализе.

5.2 Практические занятия

- Проверка состояния прибора (на примере энергодисперсионного спектрометра). Выбор и влияние параметров анализа на результат измерения. Рентгеновский спектр его расшифровка и обработка.
- Подготовка проб методом измельчения и прессования: измельчение пробы на шаровой мельнице, прессование таблеток с подложкой из борной кислоты и без подложки при разных давлениях. Влияние давления прессования на результат

измерения. Проведение анализа объемных и тонких образцов: создание метода, проведение испытаний, обработка спектра. Пример расчета предела обнаружения.

- Количественный анализ. Создание метода и построение градуировочной зависимости. Расчет предела обнаружения.
- Количественный анализ с использованием модели введения поправок по интенсивности. Рассмотрение примеров использования методов коррекций в количественном анализе при исследовании различных объектов.

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 «Рентгено-флуоресцентный анализ: 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.

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.

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.

Основная литература:

- Бахтиаров А.В., Савельев С.К. «Рентгенофлуоресцентный анализ минерального сырья». Санкт-Петербург. Издательство СПбГУ. 2014. 148 с.
- Блохин М.А., Швейцер И.Г. «Рентгеноспектральный справочник». М., 1982. 376 с.
- В.П. Афонин, Т.Н. Гуничева, Л.Ф. Пискунова. «Рентгенофлуоресцентный силикатный анализ». Новосибирск, 1984. 227 с.
- Бахтиаров А.В. «Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ в геологии и геохимии». Л., 1985. 144 с.
- Ревенко А.Г. «Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ природных материалов». Новосибирск, 1994. 264 с.
- Афонин В.П., Комяк Н.И., Николаев В.П., Плотников Р.И. «Рентгенофлуоресцентный анализ». Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1991. – 176 с.

8. ОСНАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

8.1 Очное обучение

Лекционные залы (учебные аудитории) КЦ «Петроконгресс», расположенные по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Лодейнопольская, д. 5, лит. А, 2 этаж, и оснащенные следующим оборудованием:

- ЖК панель Sony 46 - 1 шт.
- система звукоусиления встроенная - 1 шт.
- микрофон Scnnheiser XS65 -1 шт.
- проектор – 1 шт.;
- презентации по темам.

8.2 Очное обучение с применением дистанционных образовательных технологий

Помещение № 9.03 площадью 40 кв. м в ООО «Аналит Продактс», расположенное по адресу: г. Санкт-Петербург, В.О., 26-я линия д. 15 корп. 2,

- Плазменная панель LG 86UK6750 - 1 шт.;
- Ноутбук Dell - 1 шт.;
- Вебкамера Logitech - 1 шт.;
- микрофон Scnnheiser XS65 -1 шт.;
- презентации по темам.

Каждому слушателю (обучающемуся) предоставляется лекционный и учебно-методический материал в электронном виде.

9.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

9.1.ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Возбуждение рентгеновского характеристического излучения. Оже-эффект, выход флуоресценции. Тормозное излучение.
2. Взаимодействие рентгеновских фотонов с веществом (закон ослабления, коэффициент ослабления, фотоэлектрическое поглощение, когерентное и некогерентное рассеяние). Дифракция рентгеновского излучения, закон Брегга-Вульфа.
3. Рентгеновские методы анализа (классификация и применение).
4. Энергодисперсионные спектрометры.
5. Волнодисперсионные спектрометры.
6. Спектрометры с полным внешним отражением.

7. Типы детекторов, разрешение детектора в рентгенофлуоресцентном анализе.
8. Вторичный спектр пробы. Фон, полезный сигнал в рентгенофлуоресцентном анализе.
9. Подготовка проб и образцов сравнения для рентгенофлуоресцентного анализа. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресцентного излучения и воспроизводимость результатов анализа.
10. Способ внешнего стандарта в рентгенофлуоресцентном анализе.
11. Способ добавок в рентгенофлуоресцентном анализе.
12. Способ внутреннего стандарта в рентгенофлуоресцентном анализе.
13. Способ стандарта-фона в рентгенофлуоресцентном анализе.
14. Способ фундаментальных параметров в рентгенофлуоресцентном анализе.