



Программа дополнительного образования

Программа дополнительного профессионального образования

Программа повышения квалификации

*«Инфракрасная спектроскопия»*

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**

*«Инфракрасная спектроскопия»*

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Инфракрасная спектроскопия» 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 «Инфракрасная спектроскопия» 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:**

- способность применять в профессиональной деятельности теоретические основы молекулярной спектроскопии. Знать данный метод и применять при проведении анализов;
- способность правильно и полно отражать результаты профессиональной деятельности при проведении анализов, получении результатов и проверки правильности измерений.

По результатам освоения образовательной программы дополнительного профессионального образования – программы повышения квалификации «Инфракрасная спектроскопия» слушатели должны:

- знать основы теории и основные понятия молекулярной спектроскопии; области применения на практике; способы анализа различных образцов; основные принципы выбора подхода к анализу; требования к используемым растворителям, реактивам; основные узлы ИК-спектрометра; подходы к пробоподготовке образцов; количественному анализу.
- уметь выбрать подход к ИК-анализу для веществ в различном агрегатном состоянии; оптимизировать условия анализа при решении практических задач; выбирать реактивы и материалы, подходящие для использования; выполнять количественный анализ.
- владеть техникой выполнения эксперимента; навыками приготовления образцов к анализу; навыками выбора подходящих методик для выполнения практических задач; принципами проведения количественного анализа, использования стандартных образцов; техникой работы со стандартными веществами.

### **1.4. Форма обучения**

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

### **1.5. Нормативный срок освоения программы**

Нормативный срок обучения – 2 учебных дня (16 академических часов) на базе полученного/получаемого высшего и (или) среднего профессионального образования.

Нормативный срок освоения программы: – 2 учебных дня (16 академических часов) из них:

- 13 лекционных часов,
- 1 час - самостоятельная работа;
- 1 час – консультация;
- 1 час - итоговая аттестация.

Режим занятий: 8 лекционных часов в 1-й день, на 2-й день - 5 лекционных часов, по 1 часу для консультаций, самостоятельной работе 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 теории инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопии)	2	2
2.	Возможности ИК-спектроскопии	2	2
3.	Устройство приборов для ИК-спектроскопии	2	2
4.	Вычисление спектра	3	3
5.	Качественный и количественный анализ. Подготовка образцов. Интерпретация ИК-спектров	3	3
6.	Особенности количественного анализа.	1	1
7.	Самостоятельная работа	1	-
8.	Консультация	1	-
<b>Всего по разделу:</b>		<b>15</b>	<b>13</b>
<b>Итоговая аттестация (в форме тестового задания)</b>		1	-
<b>Итого:</b>		<b>16</b>	<b>13</b>

#### 4. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

	1 день	2 день
<b>Теоретические (лекционные) занятия</b>	8	5
<b>Самостоятельная работа</b>	-	1
<b>Консультация</b>	-	1
Итоговая аттестация (в форме тестового задания)	-	1
<b>Всего: 16 часов</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

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

5.1. Теоретические (лекционные) занятия:

Тема 5.1.1. Основы теории инфракрасной спектроскопии.

- Понятие о молекулярной спектроскопии. История.
- Принципы метода. Преимущества и особенности ИК-спектрометрии.

Тема 5.1.2. Возможности ИК-спектроскопии

- Интерферометр Майкельсона. Принцип работы.
- ИК-спектроскопия с преобразованием Фурье.
- Основное уравнение Фурье-спектроскопии
- Преимущества Фурье-спектроскопии в ИК-диапазоне

Тема 5.1.3. Устройство приборов для ИК-спектроскопии

- Источник.
- Оптическая система.
- Приемники излучения. Усиление.
- Факторы, влияющие на работу спектрометров.
- Приставки к ИК-спектрометрам

Тема 5.1.4. Вычисление спектра.

- Аподизация – математическая фильтрация.
- Разрешение интерферометра.
- Колебательные и вращательные спектры. Библиотеки спектров.

Тема 5.1.5. Качественный и количественный анализ. Подготовка образцов. Интерпретация ИК-спектров.

- Растворители. Концентрация растворов. Кюветы, конструкция и уход за ними. Толщина слоя. Кюветы с постоянной и переменной толщиной слоя. Выбор кристаллов для решения практических задач.
- Анализ плёнок.
- Суспензии в вазелиновом масле.
- Анализ газов. Газовые кюветы.
- Таблетки с KBr.
- Характеристические полосы поглощения.

Тема 5.1.6. Особенности количественного анализа.

- Выбор полосы поглощения для количественного анализа.
- Закон Бугера-Ламберта-Бера.

5.2. Самостоятельная работа с материалами курса;

5.3. Консультация перед итоговой аттестацией;

5.4. 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 «Инфракрасная спектроскопия» – 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 Я.Ю. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа , 2014
- Infrared spectroscopy. Materials science, engineering and technology. 2016, 159 p.
- Advanced aspects of spectroscopy. 2016, 548 p.

#### Основная литература для обучающихся:

- И.В. Колесник, Н.А. Саполетова, «Инфракрасная спектроскопия», 2010, 86 с.
- А.Х. Купцов, Г.Н. Жижин. «Спектры-КР и спектры-ИК полимеров», 2013, 686 с.
- Харкевич А.С. «Спектры и анализ», 2009, 240 с.

### 8. ОСНАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

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

- Ноутбук лектора Dell Vostro 3400-7565 i5 1135G7/8Gb/SSD256Gb/14"/WVA/FHD/black – 1 шт.  
Операционная система Windows 10,  
Программное обеспечение Windows  
Характеристики:  
Диагональ экрана в дюймах 14 "  
Разрешение экрана 1920x1080  
Процессор  
Intel Core i5 1135G7  
Количество ядер процессора четырехъядерный  
Процессор, частота 2.4 ГГц (4.2 ГГц, в режиме Turbo)  
Оперативная память 8192 Мб, DDR4, 2666 МГц  
Объем SSD 256 Гб  
Поддержка технологии Wi-Fi  
Поддержка технологии Bluetooth  
Операционная система Linux  
Веб-камера встроенная  
Встроенный микрофон  
Разъем наушники/микрофон- комбинированный разъем  
Акустическая система - стереодинамики.
- Маршрутизатор Wi-Fi роутер MikroTik RB951Ui-2HnD  
Характеристики:  
Входной интерфейс-10/100/1000BASE-TX/SFP  
Название процессора -Atheros AR9344  
Частота процессора -600 МГц  
Количество ядер процессора- одноядерный  
Оперативная память - 128 МБ
- Лекционный и учебно-методический материал в электронном виде (презентации по темам лекций).

## **9.ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **9.1. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

1. Типы колебаний в молекулах. Зависимость положения спектральной полосы поглощения от типа колебаний, вида атомов и особенностей строения молекул.
2. Скелетные колебания и колебания характеристических групп.
3. Типы ИК-спектрометров.
4. Характеристические полосы в ИК-спектрах, отвечающие функциональным группам известного состава.
5. Особенности конструкции дисперсионных ИК спектрометров и ИК-Фурье-спектрометров.
6. Интерферометр Майкельсона. Оптическая схема. Основные характеристики.
7. Функциональные возможности интерферометра Майкельсона.
8. Фурье-спектроскопия. Основное уравнение Фурье-спектроскопии.
9. Вид интерференционной кривой. Вычисление спектров.
10. Основные характеристики Фурье-спектрометра.
11. Области применения ИК-спектроскопии.
12. Подготовка образцов в ИК-спектроскопии.
13. Типичный вид ИК-спектра сложного органического вещества. Основные характеристики ИК-спектров.
14. Использование ИК-спектроскопии для количественного анализа и анализа смесей веществ.
15. Основные методы количественного анализа.
16. Практическое применение, достоинства и недостатки ИК спектроскопии.
17. Использование приставок к ИК-спектрометру.
18. Спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения.
19. Спектроскопия диффузного отражения.
20. Приставка зеркального отражения.

### **9.2. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

#### **1. Кто и когда открыл ИК излучение?**

- а) М.В. Ломоносов в 1740 г;
- б) У. Гершель в 1800 г.

#### **2. Какие диапазоны электромагнитного спектра отвечают методам оптической спектроскопии?**

- а) микроволновое и радиоволновое излучение;
- б) гамма-лучи и рентгеновское излучение;
- в) УФ, видимое и ИК излучение;

#### **3. Чем поглощательная спектроскопия отличается от эмиссионной спектроскопии?**

- а) одно и то же;
- б) эмиссионная спектроскопия – это упругое рассеяние падающего света;
- в) при эмиссионной спектроскопии происходит испускание энергии веществом, в отличие от поглощательной спектроскопии;

#### **4. Что такое характеристические ИК полосы поглощения?**

- а) ИК полосы, отвечающие определенным колеблющимся химическим группам и, независимо от различных исследуемых веществ, лежащие на определенных частотах;
- б) характеризуют валентную связь;
- в) присутствуют в блочных полимерах;
- г) связаны с определенной конформацией молекулярной цепи;

**5. На каком законе основан количественный ИК спектральный анализ?**

- а) на законе полного внутреннего отражения света;
- б) на рассеяния света по закону Рэлея;
- в) на законе Бугера-Ламберта-Бера;

**6. Какие конкретные задачи решает ИК спектральный анализ полимеров?**

- а) аналитические, структурные, химические и технологические;
- б) визуализация изображения;
- в) изучение механических, реологических и др. свойств полимеров;

**7. Какую информацию можно получить из ИК – спектров?**

- а) количественное содержание определяемых компонентов;
- б) структуру кристаллической решетки;
- в) идентифицировать соединение;

**8. Основной закон, используемый для количественного анализа в ИК – спектроскопии и УФ-видимой спектрофотометрии.**

- а) закон Бугера-Ламберта-Бера;
- б) закон Ома;
- в) закон Гука;

**9. Зависит ли молярный коэффициент поглощения  $\epsilon$  от толщины слоя поглощения?**

- а) зависит, так как  $\epsilon$  прямо пропорционален  $A$  и обратно пропорционален величинам  $c$  и  $l$ ;
- б) зависит, так как с ростом концентрации увеличивается абсорбционность;
- в) практически не зависит, так как не зависит от длины волны;
- г) практически не зависит, так как не зависит от длины волны;

**10. Требования к растворителям для ИК-спектроскопии**

- а) должны растворять компоненты пробы;
- б) не должны быть летучими;
- в) должны быть прозрачны в области проведения измерений;
- г) должны иметь температуру кипения ниже  $250^{\circ}\text{C}$ .