



**Программа дополнительного образования**

**Программа дополнительного профессионального образования**

**Программа повышения квалификации**

*«Практические аспекты спектральных методов анализа»*

**Санкт-Петербург  
2019**

**РАЗРАБОТАНО**

Директор по научно-техническому развитию  
И.Л. Гринштейн



Руководитель Учебного центра  
И.С. Муратова



**УТВЕРЖДЕНО**

Генеральный директор

ООО «Аналит Продактс»



Г.И. Краева

Приказ «09» января 2019 г. № 01/19-П



**Программа дополнительного образования**

**Программа дополнительного профессионального образования**

**Программа повышения квалификации**

*«Практические аспекты спектральных методов анализа»*

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Практические аспекты спектральных методов анализа» 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 «Практические аспекты спектральных методов анализа» 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»;
- 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».

### **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:

- 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 следующих методов анализа: атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой, атомно-абсорбционная спектрофотометрия, масс спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой, рентгенофлуоресцентный анализ, молекулярная спектроскопия, рентгеноструктурный анализ.
- 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 «Практические аспекты спектральных методов анализа» слушатели должны:

- знать основы теории и основные понятия спектральных методов анализа; области применения этих методов на практике; основные принципы выбора условий измерения; требования к используемым реактивам и расходным материалам; основные узлы оборудования, используемого для анализа; подходы к пробоподготовке образцов;

### **1.4. 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:

- 15 лекционных часов,
- 1 час - итоговая аттестация.

Режим занятий: 8 лекционных часов в 1-й день, на 2-й день - 7 лекционных часов и 1 час для итоговой аттестации.

## **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.

Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Освоение программы завершается итоговой аттестацией в форме тестовых заданий.

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**

Образовательная программа дополнительного профессионального образования – программы повышения квалификации «Практические аспекты спектральных методов анализа» предназначена для повышения профессионального уровня 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:

- 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).

## УЧЕБНЫЙ ПЛАН

| №<br>п/п   | Наименование разделов и тем   | Всего часов | Лекции   |
|--|---|-------------|----------|
| <b>Раздел 1. Атомно-абсорбционная спектрофотометрия</b>                                    |   |             |          |
| 1.1.   | Введение. Основы метода атомно-абсорбционной спектрофотометрии.                               | 1           | 1        |
| 1.2  | Работа с пламенным атомизатором   | 2           | 2        |
| 1.3  | Работа в эмиссионном режиме   | 1           | 1        |
| 1.4  | Работа с электротермическим атомизатором  | 2           | 2        |
| 1.5  | Техника работы с гидридной приставкой   | 1           | 1        |
| 1.6  | Рекомендации по обслуживанию и профилактическим работам                                       | 1           | 1        |
| 1.7  | Самостоятельная работа  | 2           | -        |
| <b>Всего по разделу:</b>   |   | <b>10</b>   | <b>8</b> |
| <b>Раздел 2. Оптический эмиссионный спектральный анализ с индуктивно связанной плазмой</b> |   |             |          |
| 2.1.   | Введение в атомно-эмиссионную спектрометрию с индуктивно-связанной плазмой.                   | 1           | 1        |
| 2.2  | Оборудование: основные блоки атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой  | 1           | 1        |
| 2.3  | Основные типы анализа: качественный, количественный, Выбор и оптимизация параметров измерения | 1           | 1        |
| 2.4  | Особенности анализа различных типов объектов. Основные виды влияний и помех и их устранение   | 1           | 1        |
| 2.5  | Самостоятельная работа  | 2           | -        |
| <b>Всего по разделу:</b>   |   | <b>6</b>    | <b>4</b> |
| <b>Раздел 3. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой</b>                         |   |             |          |
| 3.1  | Теоретические основы метода.  | 1           | 2        |
| 3.2  | Конструкция масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой                                  | 1           | 2        |
| 3.4  | Основные типы анализа: качественный, количественный, Выбор и оптимизация параметров измерения | 1           | 2        |
| 3.5  | Особенности анализа различных типов объектов. Основные виды влияний и помех и их устранение   | 1           | 2        |
| 3.6  | Самостоятельная работа  | 2           | -        |
| <b>Всего по разделу:</b>   |   | <b>6</b>    | <b>4</b> |
| <b>Раздел 4. Молекулярная спектроскопия</b>  |   |             |          |

|   |  |           |           |
|---|--|-----------|-----------|
| 4.1   | Введение в теорию метода ИК-Фурье спектроскопии, УФ-спектроскопии  | 0,5       | 0,5       |
| 4.2   | Схема ИК-Фурье спектрометра, растворители и материалы, приставки, используемые в ИК- спектроскопии, принципы их выбора | 0,5       | 0,5       |
| 4.3   | Оборудование для УФ-спектрофотометрии  | 0,5       | 0,5       |
| 4.4   | Построение градуировочных характеристик, работа в режиме количественного анализа                                       | 0,5       | 0,5       |
| 4.5   | Самостоятельная работа   | 1         | -         |
| <b>Всего по разделу:</b>  |  | <b>3</b>  | <b>2</b>  |
| <b>Раздел 5. Рентгенофлуоресцентный анализ</b>  |  |           |           |
| 5.1   | Введение. Основы рентгенофлуоресцентного анализа   | 1         | 1         |
| 5.2   | Оборудование для рентгенофлуоресцентного анализа: энергодисперсионные и волнодисперсионные приборы                     | 0,5       | 0,5       |
| 5.3   | Основные принципы и процедуры пробоподготовки к рентгенофлуоресцентному анализу  | 0,5       | 0,5       |
| 5.4   | Способы расчета концентраций в методе рентгенофлуоресцентного анализа. Полуколичественный и количественный анализ      | 1         | 1         |
| 5.5   | Самостоятельная работа   | 2         | -         |
| <b>Всего по разделу:</b>  |  | <b>5</b>  | <b>3</b>  |
| <b>Раздел 6. Рентгеноструктурный анализ</b>   |  |           |           |
| 6.1   | Введение. Основы рентгеноструктурного анализа  | 0,5       | 0,5       |
| 6.2   | Оборудование. Основные типы и узлы дифрактометров  | 0,5       | 0,5       |
| 6.3   | Основные принципы пробоподготовки для рентгеноструктурного анализа   | 0,5       | 0,5       |
| 6.4   | Качественный и количественный анализ   | 0,5       | 0,5       |
| 6.5   | Самостоятельная работа   | 1         | -         |
| <b>Всего по разделу:</b>  |  | <b>3</b>  | <b>2</b>  |
| <b>Раздел 7. Пробоотбор и пробоподготовка</b>   |  |           |           |
| 7.1   | Основные варианты пробоподготовки и выбор оптимального варианта в зависимости от метода анализа                        | 1         | 1         |
| 7.2   | Различные типы реактивов, применяемых при анализе, и их свойства   | 1         | 1         |
| 7.3   | Основные методы разделения и концентрирования, применимые в аналитической практике                                     | 1         | 1         |
| 7.4   | Самостоятельная работа   | 2         | -         |
| <b>Всего по разделу</b>   |  | <b>5</b>  | <b>3</b>  |
| <b>Раздел 8. Метрологическое обеспечение инструментальных методов аналитической химии</b> |  |           |           |
| 4.1.  | Метрологическое обеспечение инструментальных методов аналитической химии   | 2         | 2         |
| <b>Всего по разделу:</b>  |  | <b>2</b>  | <b>2</b>  |
| <b>Всего по курсу обучения</b>  |  | <b>38</b> | <b>28</b> |
| <b>Итоговая аттестация</b><br>(в форме тестового задания)                                 |  | 2         | -         |

|               |           |  |
|---------------|-----------|--|
| <b>Итого:</b> | <b>40</b> |  |
|---------------|-----------|--|

#### 4. КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

|  | 1 день   | 2 день   | 3 день   | 4 день   | 5 день   |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Объем аудиторных часов</b>                      | 8        | 8        | 8        | 8        | 8        |
| <b>Теоретические занятия</b>                       | 8        | 8        | 8        | 8        | 6        |
| Итоговая аттестация<br>(в форме тестового задания) | -        | -        | -        | -        | 2        |
| <b>Всего: 40 часов</b>                             | <b>8</b> | <b>8</b> | <b>8</b> | <b>8</b> | <b>8</b> |



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

### **Раздел 1. Атомно-абсорбционный анализ**

- Область использования и основные характеристики метода.
- Теоретические основы атомно-абсорбционного анализа.
- Пламенный атомно-абсорбционный анализ. Использование различных типов пламени.
- Электротермический атомно-абсорбционный анализ.
- Пробоподготовка в атомно-абсорбционном анализе.

### **Раздел 2. Оптический эмиссионный спектральный анализ с индуктивно-связанной плазмой (ИСП)**

- Основы метода, характеристики чувствительности (ВЕС и предел обнаружения).
- Конструкция горелки, аналитические зоны в ИСП, радиальный и аксиальный обзор.
- Конструкция спектрометра, приборы последовательного и параллельного действия.
- Основные виды влияний и способы их устранения

### **Раздел 3. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой**

- Физические основы метода
- Возможности и ограничения метода: объекты анализа, диапазоны определяемых концентраций, решаемые уникальные задачи
- Оборудование для масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой: основные типы масс-спектрометров.
- Конструкция квадрупольного масс-спектрометра, основные блоки и их назначение
- Основные виды влияний (спектральные влияния, матричный эффект) и способы их устранения
- Особенности пробоподготовки для метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

### **Раздел 4. Молекулярная спектроскопия**

- Теоретические основы. Конструкция спектрофотометра.
- Использование различных приставок.
- Спектрофотометрия в УФ и видимой областях. Особенности анализа.
- Пробоподготовка – образование цветных комплексов.
- Колебательное движение и ИК колебательные спектры молекул. Конструкция Фурье - спектрофотометров.
  - Особенности анализа в ИК области. Спектроскопия НПВО. Возможности и ограничения количественного анализа.

### **Раздел 5. Рентгенофлуоресцентный анализ**

- Физические основы РФА.
- Рентгеноспектральная аппаратура.
- Методика РФА.
- Области применения РФА и типичные объекты анализа.

### **Раздел 6. Рентгеноструктурный анализ**

- Физические основы рентгеноструктурного анализа.
- Аппаратура для рентгеноструктурного анализа.
- Методики РСА.
- Применение рентгеноструктурного анализа.

### **Раздел 7. Пробоотбор и пробоподготовка**

- Основные варианты пробоподготовки и выбор оптимального варианта в зависимости от метода анализа
- Различные типы реактивов, применяемых при анализе, и их свойства. Свойства кислот.
- Методы минерализации: сухая минерализация, кислотная минерализация (в открытых системах, в микроволновых системах)
- Основные методы разделения и концентрирования, применимые в аналитической практике

### **Раздел 8. Метрологическое обеспечение спектральных методов аналитической химии.**

**Раздел 9. 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 «Практические аспекты хроматографии, хроматомасс-спектрометрии» – 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).

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 - ПЕРЕЧЕНЬ ПЕЧАТНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

### **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»;
- Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденным Постановлением Минтруда России от 21.08.1998 № 37.

### **Основная литература:**

- Хавезов И., Цалев Д. Атомно-абсорбционный анализ. Л.: Химия, 1983.
- Пупышев А.А. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М.: Техносфера, 2009.
- Ермаченко Л.А., Ермаченко В. М. Атомно-абсорбционный анализ с графитовой печью. М.: Паимс, 1999.
- Харитонов Я.Ю. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа, 2014
- 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.
- 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.
- 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.
- Карпов Ю.А., Савостин А.П. «Методы пробоотбора и пробоподготовки». М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2003. 243 с.
- Бок Р. «Методы разложения в аналитической химии». М.: Химия. 1984. 432 с.
- Другов Ю. С., Родин А. А. Пробоподготовка в экологическом анализе, 2015
- 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.
- 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.
- 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.

- Харкевич А.С. «Спектры и анализ», 2009, 240 с.
- Харитонов Я.Ю. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа , 2014
- Advanced aspects of spectroscopy. 2016, 548 p.
- Karen J. Maes (Editor), Jaime M. Willems (Editor) Photochemistry: UV/VIS Spectroscopy, Photochemical Reactions & Photosynthesis (Chemical Engineering Methods and Technology). 2012, 403 p.

## **8. ОСНАЩЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

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 Sennheiser XS65 -1 шт.
- проектор – 1 шт.;

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

## 9. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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

1. Основные принципы, лежащие в основе атомно-абсорбционной спектрометрии. Закон Ламберта-Бугера-Бера. Условия Уолша.
2. Основные методы атомно-абсорбционной спектрометрии по типу атомизатора: пламя, графитовая печь, метод гидридов. Достоинства и недостатки.
3. Принципиальная схема и основные узлы атомно-абсорбционного спектрофотометра. Одно- и двух-лучевая схема атомно-абсорбционного спектрофотометра.
4. Источники излучения, используемые в атомно-абсорбционной спектрометрии. Конструкция лампы с полым катодом. Принцип работы.
5. Пламенная атомизация. Требования, предъявляемые к пламени. Основные виды пламени, применяемые в атомно-абсорбционной спектрометрии, их характеристики. Горелки и требования, предъявляемые к конструкции горелки.
6. Влияния при пламенном анализе: влияния при создании и переносе аэрозоля. влияния, возникающие в пламени. Причины и способы их устранения.
7. Спектральные влияния. Неселективное поглощение. Системы коррекции фона: дейтериевая коррекция, коррекция по самообращенной линии, коррекция на основе эффекта Зеемана. Достоинства и недостатки различных систем коррекции.
8. Фотометрия пламени, как разновидность эмиссионного спектрального анализа.
9. Электротермическая атомизация. Конструкция и принцип работы атомизатора. Типы графитовых кювет.
10. Основные стадии при электротермической атомизации. Температурная программа и ее составление.
11. Химические влияния в ЭТА и способы их устранения. Модификаторы.
12. Концепция STPF – максимальная правильность и чувствительность.
13. Атомно-абсорбционной спектрометрии с генерацией гидридов. Образование гидридов. Схема генератора гидридов. Атомизация способом «холодного пара».
14. Пробоподготовка для атомно-абсорбционной спектрометрии. Правильность результатов анализа.
15. Принципы, лежащие в основе атомно-эмиссионного спектрального анализа.
16. Понятие термина плазма и источники её генерации.
17. Вертикальная и горизонтальная система ввода образца в атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.
18. Оптические схемы спектрального блока атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Особенности при работе в области ниже 190 нм.
19. Типы детекторов атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.
20. Аналитический сигнал, его интенсивность и зависимость от содержания аналита в образце в атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.
21. Характеристика чувствительности ВЕС для атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.
22. Мешающие влияния и способы их устранения в методе атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.
23. Возбуждение рентгеновского характеристического излучения. Оже-эффект, выход флуоресценции.
24. Рентгеновские методы анализа (классификация и применение).
25. Энергодисперсионные спектрометры.
26. Блок-схема кристалл-дифракционного рентгенофлуоресцентного спектрометра, двойная селекция излучения, настройка измерительного канала.
27. Типы детекторов, разрешение детектора в рентгенофлуоресцентном анализе.
28. Вторичный спектр пробы. Фон, полезный сигнал в рентгенофлуоресцентном анализе
29. Способ внешнего стандарта в рентгенофлуоресцентном анализе.

30. Способ добавок в рентгенофлуоресцентном анализе.
31. Способ внутреннего стандарта в рентгенофлуоресцентном анализе.
32. Способ стандарта-фона в рентгенофлуоресцентном анализе.
33. Способ фундаментальных параметров в рентгенофлуоресцентном анализе.
34. Теория метода ультрафиолетовой спектроскопии (основной закон светопоглощения, молярный коэффициент поглощения, использование основных закономерностей в анализе).
35. Термины и определения, используемые в спектрофотометрии.
36. Область длин волн для работы в ультрафиолетовом и видимом диапазонах.
37. УФ-спектр поглощения – как отражение электронного строения вещества.
38. Факторы, влияющие на выбор оптимальных условий анализа методом спектрофотометрии.
39. Идентификация соединений по спектру поглощения с использованием справочных данных и стандартных образцов.
40. Спектрофотометр. Оптическая схема. Основные характеристики.
41. Функциональные возможности спектрофотометра.
42. Вид спектра поглощения. Влияние растворителя и примесей на спектр.
43. Области применения спектрофотометрии. Достоинства и недостатки.
44. Подготовка образцов.
45. Закон Бугера-Ламберта-Бера - основное уравнение спектрофотометрического количественного анализа.
46. Принцип аддитивности сигналов.
47. Основные методы количественного анализа.
48. Использование спектрофотометрии для количественного анализа и анализа смесей веществ. Что является количественной характеристикой содержания аналита.
49. Типы колебаний в молекулах. Зависимость положения спектральной полосы поглощения от типа колебаний, вида атомов и особенностей строения молекул.
50. Скелетные колебания и колебания характеристических групп.
51. Типы ИК-спектрометров.
52. Характеристические полосы в ИК-спектрах, отвечающие функциональным группам известного состава.
53. Особенности конструкции дисперсионных ИК спектрометров и ИК-Фурье-спектрометров.
54. Интерферометр Майкельсона. Оптическая схема. Основные характеристики.
55. Функциональные возможности интерферометра Майкельсона.
56. Фурье-спектроскопия. Основное уравнение Фурье-спектроскопии.
57. Вид интерференционной кривой. Вычисление спектров.
58. Основные характеристики Фурье-спектрометра.
59. Области применения ИК-спектроскопии.
60. Подготовка образцов в ИК-спектроскопии.
61. Типичный вид ИК-спектра сложного органического вещества. Основные характеристики ИК-спектров.
62. Использование ИК-спектроскопии для количественного анализа и анализа смесей веществ. Что является количественной характеристикой содержания аналита.
63. Основные методы количественного анализа.
64. Практическое применение, достоинства и недостатки ИК спектроскопии.
65. Использование приставок к ИК-спектрометру.
66. Спектроскопия нарушенного полного внутреннего отражения.
67. Спектроскопия диффузного отражения.
68. Приставка зеркального отражения.
69. Физические основы метода РСА.
70. Аппаратура для рентгеноструктурного аппарата
71. Основы дифракции рентгеновских лучей.
72. Рентгенофазовый анализ. Определение параметров элементарных ячеек.
73. Области применения рентгеноструктурного анализа.

## 9.2. ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

- 1. Какой источник излучения используется в ААС**
  - а) электрическая дуга
  - б) пламя
  - в) электрическая искра
  - г) лампа с полым катодом.
- 2. Сформулируйте основной принцип атомно-абсорбционной спектрометрии**
  - а) поглощение света молекулами
  - б) поглощение света свободными атомами
  - в) излучение света возбужденными атомами и ионами
- 3. Предложен образец сточной воды химического предприятия. Выберите наиболее чувствительный метод определения фоновых количеств кадмия в сточной воде**
  - а) эмиссионная пламенная фотометрия
  - б) пламенный атомно-абсорбционный анализ
  - в) электротермический атомно-абсорбционный метод
- 4. Укажите, какие ионы мешают пламенному атомно-абсорбционному определению кальция**
  - а)  $\text{PO}_4^{3-}$
  - б)  $\text{Cl}^-$
  - в)  $\text{NO}_3^-$
- 5. Какой тип пламени предпочтительнее для определения Са**
  - а) пропан/бутан - воздух
  - б)  $\text{C}_2\text{H}_2\text{-N}_2\text{O}$
  - в)  $\text{C}_2\text{H}_2\text{-воздух}$
- 6. Источником излучения в атомно-эмиссионной спектрометрии является:**
  - а) лампа с полым катодом;
  - б) атомы элементов;
  - в) плазма.
- 7. Какие процессы происходят в плазме:**
  - а) атомизация;
  - б) ионизация;
  - в) несколько процессов одновременно: атомизация, возбуждение, эмиссия, ионизация.
- 8. Температура плазмы составляет:**
  - а) 1500 – 3000 °С;
  - б) 6000 – 10000 °С;
  - в)  $\geq 15000$  °С.
- 9. Значение ВЕС характеризует:**
  - а) чувствительность при определении данного элемента;
  - б) величину фонового сигнала;
  - б) чувствительность на конкретной длине волны для данного элемента.
- 10. Какие элементы нельзя определять методом АЭС ИСП:**
  - а) элементы, которые входят в состав воздуха;
  - б) галогены;
  - в) щелочные металлы.

- 11. 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».
- 12. Источником вторичного рентгеновского излучения в РФА является:**
- а) рентгеновская трубка;
  - б) атомы элементов в образце;
  - в) свой вариант.
- 13. Какие процессы происходят в образце при взаимодействии с первичным рентгеновским излучением:**
- а) перестройка внутренних электронных уровней;
  - б) разрушение образца;
  - в) образование радиоактивных изотопов.
- 14. В каком типе спектрометров используется кристалл-анализатор:**
- а) энергодисперсионный спектрометр;
  - б) волнодисперсионный спектрометр;
  - в) атомно-абсорбционный спектрометр.
- 15. С увеличением атомного номера выход флуоресценции для элемента:**
- а) увеличивается;
  - б) уменьшается;
  - в) не изменяется.
- 16. Метод РФА можно использовать:**
- а) только для качественного анализа;
  - б) только для количественного анализа;
  - в) для качественного и количественного анализа.
- 17. Какой из перечисленных методов пробоподготовки НЕ используется в РФА:**
- а) сплавление;
  - б) прессование;
  - в) кислотное разложение в микроволновой печи.
- 18. Картина спектра в УФ-области зависит от**
- а) массы атомов и действующих между ними сил;
  - б) числа атомов и числа образованных между ними связей;
  - в) наличия в структуре системы сопряженных связей;
- 19. Поглощение излучения веществом зависит от**
- а) интенсивности светового потока;
  - б) природы вещества;
  - в) толщины поглощающего слоя;
  - г) содержания вещества в анализируемом растворе;
- 20. Спектр поглощения в УФ – области представляет собой**
- а) графическую зависимость оптической плотности (D) или молярного коэффициента поглощения ( $\epsilon$ ) от длины волны ( $\lambda$ ) падающего света;
  - б) графическую зависимость пропускания (T) от частоты ( $\nu$ ), выраженной в обратных сантиметрах;
- 21. Спектр поглощения в УФ – это...**
- а) излучение с длиной волны от 190 до 400 нм;
  - б) излучение с длиной волны от 100 до 300 нм;



- в) излучение с длиной волны от 400 до 800 нм;
- г) излучение с длиной волны от 800 до 1500 нм;

**22. В видимой области используется интервал длин волн**

- а) излучение с длиной волны от 400 до 800 нм;
- б) излучение с длиной волны от 100 до 200 нм;
- в) излучение с длиной волны от 200 до 1200 нм;
- г) излучение с длиной волны от 800 до 1500 нм;

**23. Спектрофотометрический анализ основан на...**

- а) свойстве растворов анализируемых веществ поглощать монохроматический свет;
- б) свойстве окрашенных растворов излучать свет;
- в) свойстве растворов анализируемых веществ преломлять монохроматический свет;

**24. При наличии примесей в веществе в спектре могут изменяться**

- а) длина волны максимального поглощения;
- б) появление дополнительных максимумов поглощения;
- в) интенсивность поглощения;
- г) величины отношений поглощения при различных максимумах;

**25. Основной закон, используемый для количественного анализа в УФ-видимой спектрофотометрии**

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

**26. Можно ли фотометрическими методами точно определять окрашенные комплексные соединения любых концентраций?**

- а) можно, так как вещества поглощают в определенной части спектра;
- б) можно, но при очень больших концентрациях возможно отклонение от закона Бугера-Ламберта-Бера;
- в) невозможно, так как интервал значений абсорбционности и пропускания, в котором эти величины можно измерить с достаточной точностью, ограничен;

**27. В чем преимущества спектрофотометрических методов анализа?**

- а) в них не проявляется ошибка за счет выцветания окраски;
- б) они дают возможность исследовать бесцветные растворы;
- в) для них не требуется соблюдение закона Бугера-Ламберта-Бера;
- г) они дают возможность исследовать смеси окрашенных веществ;

**28. 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;

**29. Чем обусловлена оптическая активность вещества в растворе?**

- а) образованием в растворе оптически активных ионов;
- б) особенностями строения молекулы или иона вещества;
- в) реакцией взаимодействия вещества с растворителем;
- г) особенностями взаимодействия вещества с растворителем.

**30. Кто и когда открыл ИК излучение?**

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

**31. 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;

**32. 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;

**33. 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;

**34. 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;

**35. 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;

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

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

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

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

**38. 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;

**39. 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°C.

**40. Метод РСА можно использовать:**

- а) только для качественного анализа;
- б) только для количественного анализа;
- в) для качественного и количественного анализа.

**41. Излучение с какой длиной волны используется в РСА:**

- а) 500 Å;
- б) 1 Å;
- в) 2100 см<sup>-1</sup>.

**42. Какой из следующих материалов используется в качестве анода рентгеновской трубки в методе РСА:**

- а) кобальт, медь, железо, хром;
- б) железо, никель, лантан, уран;
- в) все вышеперечисленные.

**43. Что обозначают индексы hkl:**

- а) константы Брэгга-Вульфа;
- б) индексы Миллера;
- в) закон Бугера-Ламберта-Бера.

**44. Какое явление лежит в основе метода РСА:**

- а) поглощение;
- б) эмиссия;
- в) дифракция.