

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Химический факультет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

Е.В. Луков

(подпись)

« 25 » 02 2025

**ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ**

программа профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих

«Лаборант спектрального анализа»

Код профессии 13317 «Лаборант спектрального анализа»
(по приказу от 14.07.2023 № 534)

Квалификационный разряд, класс, категория: 4 разряд

Трудоемкость: 144 ч.

Форма обучения: очная

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебного управления

М.А. Игнатьева

И.о. декана Химического факультета

А.С. Князев

Томск 2025

Основная программа профессиональной подготовки разработана в соответствии с требованиями профессионального стандарта (квалификационной характеристики) по профессии 13317 «Лаборант спектрального анализа»

Организация-разработчик: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Разработчик: Фисенко Дарья Викторовна, м.н.с. Лаборатории исследования и применения флюидных технологий в агропищевых биотехнологиях

Руководитель: Сидельников Владимир Сергеевич, заведующий Лабораторией физико-химических методов анализа ХФ ТГУ

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

основной программы профессионального обучения «Лаборант спектрального анализа»

| № п/п | Наименование модулей / разделов / тем | Общая трудоемкость, ч | Контактные часы | | СРС, ч | Формы контроля |
|----------|---|-----------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-------------------|
| | | | лекции | практические занятия | | |
| 1 | Модуль 1. Теоретические основы спектроскопического анализа | 46 | 24 | 12 | 10 | Зачет |
| 1.1 | Тема 1. Организация работ в аналитических лабораториях | 4 | 2 | 2 | | |
| 1.2 | Тема 2. Введение в атомно-эмиссионную спектроскопию (АЭС) | 4 | 2 | – | 2 | |
| 1.3 | Тема 3. Приборы и оборудование для проведения атомно-эмиссионного анализа | 4 | 2 | – | 2 | |
| 1.4 | Тема 4. Атомно-эмиссионный спектрометр с микроволновой плазмой | 6 | 4 | 1 | 1 | |
| 1.5 | Тема 5. Атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой | 6 | 4 | 1 | 1 | |
| 1.6 | Тема 6. Методы пробоподготовки в АЭС | 12 | 6 | 4 | 2 | |

| | | | | | | |
|----------------------------|--|------------|-----------|-----------|-----------|---------------------------------|
| 1.7 | Тема 7. Метрологическое обеспечение химического анализа | 10 | 4 | 4 | 2 | |
| 2 | Модуль 2. Практическое обучение базовой работе на спектрофотометрах | 92 | – | 78 | 14 | Зачет |
| 2.1 | Тема 1. Техника безопасности при работе в химических лабораториях | 3 | – | 2 | 1 | |
| 2.2 | Тема 2. Подготовка посуды к проведению атомно-эмиссионного анализа | 5 | – | 4 | 1 | |
| 2.3 | Тема 3. Приготовление стандартных и калибровочных растворов. | 6 | – | 4 | 2 | |
| 2.4 | Тема 4. Работа на АЭС-МП | 9 | – | 8 | 1 | |
| 2.5 | Тема 5. Работа на АЭС-ИСП | 42 | – | 36 | 6 | |
| 2.6 | Тема 5. Проведение анализа простых матриц | 9 | – | 8 | 1 | |
| 2.7 | Тема 6. Стажировка | 18 | – | 16 | 2 | |
| Итоговая аттестация | | 6 | - | 6 | - | квалификационный экзамен |
| Итого | | 144 | 24 | 96 | 24 | |

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХАРАКТЕРИСТИКА

основной программы профессионального обучения «Лаборант спектрального анализа»

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Нормативно-правовая база

Нормативную правовую основу разработки образовательной программы профессиональной переподготовки (далее – программа) составляют:

- Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»
- Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 26 августа 2020 года N 438 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения»
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 14.07.2023 г. N 534 «Об утверждении Перечень профессий рабочих, должностей служащих, по которым осуществляется профессиональное обучение»
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 декабря 2016 г. № 1571 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 18.01.33 Лаборант по контролю качества сырья, реактивов, промежуточных продуктов, готовой продукции, отходов производства (по отраслям)»
- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 02 августа 2013 № 916 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 240100.02 Лаборант-эколог»
- Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 июня 2021 № 377н «Об утверждении профессионального стандарта «Работник по химическому анализу тепловой электростанции»
- ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования
- ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности
- ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
- ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание

Цель реализации программы

Целью реализации программы является формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков по работе с атомно-эмиссионным спектрометром по профессии рабочего кода: 13317 «Лаборант спектрального анализа» с присвоением 3 - 5 квалификационного разряда.

1.2. Планируемые результаты обучения

| Виды деятельности | Профессиональные компетенции ППО | Практический опыт | Умения | Знания |
|--|--|---|---|---|
| ВД 1. Проведение анализа в соответствии с требованиями исследования без предварительной сложной подготовки (код В уровень кв. 3) | Способен проводить анализ химического состава природных и технологических объектов | Проверка состояния рабочего места на соответствие требованиям установленным в нормативных документах. | Контролировать условия окружающей среды с записью в журнале. Проверять сроки действия аттестатов/сертификатов контрольно-измерительных приборов. Проверять сроки действия применяемых стандартных образцов, химических реактивов и растворов. | Правил работы с реактивами и приготовления растворов. Правил ведение лабораторной документации |
| | | Подготовка оборудования, материалов и растворов для проведения анализа. | Подготавливать материалы, комплектующие изделия для химико-физических анализов. Запускать оборудование или переводить его в рабочий режим. Подготавливать растворы (калибровочные, градуировочные растворы, растворы реактивов). Получать и доставлять химические реактивы, вспомогательные материалы. | Правила расчета и способы выражения концентраций. Правила расчета коэффициентов градуировочного графика. |
| | | Организация завершения проведения анализа. | Переводить оборудование в режим ожидания или выключить его. Обеспечивать правильное хранение приготовленных растворов. Организовывать утилизацию просроченных растворов. | Устройство и принцип работы оборудования. Условия правильного хранения реактивов. Правила утилизации реактивов. |
| | | Проведение простой пробоподготовки для аналитического контроля. | Взятие навески пробы. Проводить операции разбавления, фильтрации пробы. | Правила взятия навесок. Устройства и принципы работы с оборудованием при пробоподготовке. Правил работы с опасными веществами |
| | | Определять качественный и количественный состав простых объектов в соответствии с нормативными документами. | Проводить анализ в зависимости от свойств пробы и целей анализа. Регистрировать в журнале исходные данные по объектам испытаний. Соблюдать параметры проведения | Принципов анализа методом АЭС |

| Виды деятельности | Профессиональные компетенции ППО | Практический опыт | Умения | Знания |
|--|---|---|---|---|
| | | | измерений в соответствии с требованиями нормативных документов | |
| | | Проводить математическую обработку результатов измерений с учетом – характеристик оборудования и условий измерений. | Обрабатывать результаты измерений в соответствии с калибровочными параметрами оборудования и условиями измерений. Производить статистическую обработку информации. | Системные и внесистемные единицы измерения Правила перевода единиц измерения иных систем единиц системы СИ |
| | | Выдавать заключение о результатах измерений в виде протокола (акта) испытаний. | Корректно оформлять протокол (акт) испытаний в соответствии с утверждённой процедурой | Процедуры оформления, регистрации и выдачи протокола (акта) испытаний. ГОСТ Р 58973-2020 «Протокол испытаний» |
| ВД 2 Соблюдение правил и приемов техники безопасности, промышленной санитарии и пожарной безопасности. | Владеет приемами техники безопасности при проведении химических анализов. | Соблюдение правил техники безопасности и приемов оказания первой медицинской помощи. | Применять средства индивидуальной и коллективной защиты Оказывать первую помощь пострадавшим на производстве. Соблюдать требования охраны труда и безопасности при производстве работ. Использовать первичные средства пожаротушения с проверкой исправности перед применением | Правила и приемы техники безопасности. Классификация химических реактивов по классам опасности. Правила оказания первой медицинской помощи. |

При реализации настоящей программы в рамках конкретной ОПОП соответствие компетенций устанавливается приложением 1.

1.3. Требования к поступающим, категория слушателей: к освоению данной образовательной программы допускаются лица, имеющие среднее общее, среднее профессиональное или высшее образование.

1.4. Трудоемкость обучения: 144 часа, включая все виды аудиторной и самостоятельной работы слушателя и время, отводимое на контроль качества освоения программы.

1.5. Форма обучения: очная с применением ЭО и ДОТ.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

| Наименование кабинета (мастерской, лаборатории и т.д.) | Вид занятий | Материально-техническое оснащение (наименование оборудования, программного обеспечения) |
|--|----------------------|---|
| Аудитория 107 А | Практические занятия | Технические средства обучения: компьютер, телевизор, маркерная доска |
| Аудитория 107А | Практические занятия | Весы лабораторные аналитические Система микроволнового нагрева проб Атомно эмиссионный спектрометр Лабораторная посуда Термогигрометр |

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится по результатам освоения учебного плана в формате выполнения практических заданий по наиболее важным, с точки зрения практических навыков, темам. Формы и процедуры промежуточной аттестации по каждой теме доводятся до сведения обучающихся перед началом учебного процесса. Для допуска к итоговой аттестации (квалификационному экзамену) слушателю необходимо получить зачеты по модулям программы. Каждому слушателю для допуска к итоговой аттестации необходимо выполнить 5 практических заданий и суммарно набрать не менее 5 баллов.

Итоговая аттестация

Итоговая аттестация результатов подготовки обучающихся осуществляется экзаменационной комиссией в форме квалификационного экзамена. Квалификационный экзамен проводится для определения соответствия полученных знаний, умений и навыков программе профессионального обучения по профессии «Лаборант спектрального анализа». Квалификационный экзамен включает в себя практическую квалификационную работу в виде осуществления анализа и проверку теоретических знаний в виде тестовых заданий в пределах квалификационных требований.

Лицам, успешно сдавшим квалификационный экзамен, по результатам освоения программы профессионального обучения выдается свидетельство по профессии «Лаборант спектрального анализа».

Примеры вопросов теоретической части квалификационного экзамена (теста)

| Результат обучения | Вопросы | Критерии оценки |
|---|--|---|
| <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы методов качественного и количественного спектрального анализа; – правила подготовки к работе основного и вспомогательного оборудования – методы пробоподготовки проб | <ol style="list-style-type: none"> 1. Перечислите основные оптические методы атомной спектроскопии. 2. Что является источником возбуждения атомов в атомно-эмиссионной спектроскопии? 3. Перечислите основные типы атомизаторов в атомно-эмиссионной спектроскопии. Какие из них пригодны для анализа растворов, какие – для анализа твердых проб? 4. В чем состоят основные причины отклонения градуировочных графиков в атомно-эмиссионной спектроскопии от линейной зависимости? 5. Что понимают под разрешающей способностью спектрального прибора? 6. На чем основан качественный спектральный анализ? 7. Перечислите дуговые источники атомизации. 8. Опишите принципы качественного и количественного анализа методом атомно-эмиссионной спектрометрии. 9. Перечислите способы подготовки проб для АЭС анализа. 10. Правила безопасной работы с концентрированными кислотами и щелочами. Меры оказания первой доврачебной помощи при химических ожогах в случае попадания кислоты или щелочи на кожу или в глаза. 11. Требования безопасности при работе с лабораторным оборудованием. | <ul style="list-style-type: none"> – «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; – «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения; – «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала; – «неудовлетворительно» не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на поставленные вопросы. |
| <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять стандартные операции пробоотбора, пробоподготовки, химического и физико-химического анализа различных объектов – проводить метрологическую обработку результатов анализа | | |

| Результат обучения | Вопросы | Критерии оценки |
|---|---|-----------------|
| | <p>12. АЭС-ИСП. Источники атомизации и возбуждения.</p> <p>13. Опишите принципы пробоподготовки проб органического состава.</p> <p>14. Химические реактивы. Их хранение. Правила пользования химическими реактивами.</p> <p>15. Назначение и технические характеристики спектрометра 4100 АЭС-МП. Устройство, принцип действия основных узлов спектрометра. Вспомогательное оборудование для спектрального анализа. Порядок работы в нештатных ситуациях. Проверка технического состояния.</p> <p>16. Использование внутренних стандартов в АЭС-ИСП и АЭС-МП.</p> <p>17. Опишите основные метрологические характеристики методов анализа.</p> <p>18. Зависимость интенсивности линий от концентрации элемента в пробе. Градуировка спектрометра с помощью стандартных образцов и методом добавок.</p> | |
| <p>Знает: Правила пользования аналитическими весами, АЭС-ИСП, АЭС- МП, вспомогательным оборудованием.</p> | <p>1.Правила обслуживания атомно эмиссионных спектрометров.</p> <p>2.Правила работы с аналитическими весами.</p> <p>3. Правила работы с вспомогательным оборудованием.</p> | |
| <p>Знает: Промышленную и пожарную безопасность труда, охрану труда; Правила оказания первой медицинской помощи.</p> | <p>1. Общие и специальные правила и нормы по промышленной безопасности.</p> <p>2. Порядок допуска к работе на ОПО. (обучение,</p> | |

| Результат обучения | Вопросы | Критерии оценки |
|--------------------|--|-----------------|
| | <p>проверка знаний, инструктажи, медицинский допуск, инструкции по охране труда, должностные инструкции).</p> <p>3. Порядок проверки состояния промышленной безопасности на ОПО. Контроль внешний и производственный контроль.</p> <p>4. Правила противопожарного режима в РФ. ППБ. Первичные средства пожаротушения. ФНП НГП. Требования к организациям эксплуатирующим ОПО.</p> <p>5. ФНП НГП. Общие требования к рабочим местам.</p> <p>6. Сигнальные цвета.</p> <p>7. Сигнализация при аварийной ситуации.</p> <p>8. Знаки безопасности.</p> | |

Примеры заданий практической части квалификационного экзамена

| Результат обучения | Задания | Критерии оценки |
|--|--|---|
| <p>Умеет:</p> <p>1. Проводить пробоподготовку в зависимости от методики и природы объекта.</p> <p>2. Определять содержание примесей металлов в анализируемых объектах.</p> <p>3. Выполнять измерения на приборах АЭС-ИСП и АЭС-МП</p> <p>4. Оформлять рабочую документацию и протокол испытаний (акт).</p> | <p>1. М 061.01-33101-23 Методика измерений массовых долей примесей никеля и ванадия в твердых и вязких образцах нефтепродуктов методом ИСП-АЭС</p> <p>2. М 075.01-33101-25 Методика измерений массовой доли олова методом атомно-эмиссионной спектromетрии</p> <p>3. СТО ТГУ МИ.206-2024 Методика измерений массовой доли свинца методом атомно-эмиссионной спектromетрии-</p> <p>4. М 069.01-33101-24 Метода измерений массовых долей примесей металл методом атомно-</p> | <p>– «отлично» выставляется обучающемуся, если он владеет необходимыми навыками и приемами выполнения практических заданий в строго определенной последовательности, четко и логически верно поясняет свои действия, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не испытывает затруднений при видоизменении заданий;</p> <p>– «хорошо» выставляется обучающемуся, если он владеет необходимыми навыками и приемами выполнения практических заданий, не допускает существенных неточностей при их выполнении;</p> |

| | | |
|--|--|--|
| | <p>эмиссионной спектроскопии водных объектов. 5. М 076-01-33101-25 Методика измерений массовых долей примесей кобальта, меди, родия и марганца методом атомно-эмиссионной спектроскопии.</p> | <p>– «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он владеет навыками и приемами выполнения практических заданий, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности выполнения заданий; - «неудовлетворительно не знает последовательности выполнения заданий, допускает существенные ошибки.</p> |
|--|--|--|

Итоговая оценка

По результатам квалификационного экзамена выставляется оценка по пятибалльной шкале и присваивается квалификация «Лаборант спектрального анализа». На основании баллов, полученных за теоретическую часть квалификационного экзамена, практическую часть квалификационного экзамена слушателю выставляется итоговая оценка как сумма оценок за обе части.

«разряд 4» – если сумма составляет от 8 до 10 включительно

«разряд 3» – если сумма составляет от 5 до 7 включительно

«программа не освоена слушателем» – если сумма составляет менее 4

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА Лаборант спектрального анализа

Рабочая программа теоретической подготовки является частью основной программы профессионального обучения по квалификации (профессии) лаборант спектрального анализа и определяет результаты, содержание и условия обучения.

Результатом освоения программы теоретической подготовки является овладение обучающимися профессиональными компетенциями (ПК):

| Код | Наименование результата обучения |
|-------|--|
| ПК-1 | Знает теоретические основы методов качественного и количественного спектрального анализа |
| ПК-2 | Правила подготовки к работе основного и вспомогательного оборудования |
| ПК-3 | Методы пробоподготовки проб |
| ПК-4 | Устройство и принцип работы АЭС-МП и АЭС-ИСП |
| ПК-5 | Правил работы с реактивами и приготовления растворов |
| ПК-6 | Правил ведение лабораторной документации |
| ПК-7 | Процедуры оформления, регистрации и выдачи протокола (акта) испытания ГОСТ Р 58973-2020 «Протокол испытаний» |
| ПК-8 | Правила расчета и способы выражения концентраций |
| ПК-9 | Правила расчета коэффициентов градуировочного графика |
| ПК-10 | Системные и внесистемные единицы измерения |
| ПК-11 | Правила перевода единиц измерения иных систем единицы системы СИ |
| ПК-12 | Правила оказания первой медицинской помощи |

СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

| №, наименование темы | Содержание лекций (кол-во часов) | Наименование практических (семинарских занятий), с указанием формата работы (кол-во часов) | Виды СРС (кол-во часов) |
|---|--|---|---|
| Тема 1. Организация работ в аналитических лабораториях | Охрана труда и пожарная безопасность в химических лабораториях. Обучение технике лабораторных работ. Подготовка рабочего места (2 ч) | Семинар 1. Практическое ознакомление с объемом работ и спецификой анализов, проводимых в лаборатории. Практическое ознакомление с оборудованием, нормативно-технической документацией (1 ч) | 1. Просмотр видеолекций 2. Изучение инструкций (1 ч) |

| №, наименование темы | Содержание лекций (кол-во часов) | Наименование практических (семинарских занятий), с указанием формата работы (кол-во часов) | Виды СРС (кол-во часов) |
|---|---|--|---|
| Тема 2. Введение в атомно-эмиссионную спектроскопию (АЭС) | Происхождение атомных спектров. Интенсивность спектральных линий. Ширина спектральных линий. Проблемы интерференции в АЭС (2 ч) | – | 1. Просмотр видеолекций 2. Изучение рекомендованной литературы (2 ч) |
| Тема 3. Приборы и оборудование для проведения атомно-эмиссионного анализа | Источники возбуждения плазмы. Пределы обнаружения. Виды анализируемых объектов (2 ч) | – | 1. Просмотр видеолекций 2. Изучение нормативной документации (2 ч) |
| Тема 4. Атомно-эмиссионный спектрометр с микроволновой плазмой | Устройство и принцип работы АЭС-МП. Выбор аналитических линий. Пределы обнаружения. Определяемые элементы и область применения (4 ч) | Практическое ознакомление с устройством АЭС-МП (1 ч) | Изучение нормативной документации (руководства по эксплуатации, описание типа) (1 ч) |
| Тема 5. Атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой | Устройство и принцип работы АЭС-ИСП. Выбор аналитических линий. Пределы обнаружения. Определяемые элементы и область применения (4 ч) | Практическое ознакомление с устройством АЭС-ИСП (1 ч) | 1. Изучение нормативной документации (руководства по эксплуатации, описание типа) (1 ч) |
| Тема 6. Методы пробоподготовки в АЭС | Основные варианты пробоподготовки. Оборудование для пробоподготовки. Типы применяемых реактивов. Основные методы разложения и концентрирования, применяемые на практике (4 ч) | Разработка алгоритмов подготовки проб. Подбор условий (2 ч) | 1. Просмотр видеолекций 2. Изучение рекомендованной литературы (1 ч) |

| №, наименование темы | Содержание лекций (кол-во часов) | Наименование практических (семинарских занятий), с указанием формата работы (кол-во часов) | Виды СРС (кол-во часов) |
|--|--|--|---|
| Тема 7. Метрологическое обеспечение инструментальных методов аналитической химии | Математическая обработка результатов химического анализа. Статистическая обработка результатов. Внутрилабораторный контроль качества количественного химического анализа (4 ч) | Решение задач: Доверительный интервал, доверительная вероятность. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. (4 ч.) | 1. Просмотр видеолекций 2. Выполнение самостоятельной расчетной работы (4 ч) |

УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ (организационно-педагогические)

Материально-технические условия реализации программы:

Обучение по программе реализовано в очном формате, с применением активных технологий совместного обучения в электронной среде. Материал для самостоятельного изучения представляется в виде комплекса мини-видео-лекций, текстовых материалов, презентаций, размещаемых в LMS Moodle. Данные материалы сопровождаются заданиями и дискуссиями в чатах дисциплин.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы:

Методические рекомендации и пособия по изучению курса

Программа реализуется в формате смешанного обучения. Для организации асинхронной работы слушателей используются записи синхронных занятий, презентации, конспекты лекций, практические задания с подробными пошаговыми инструкциями, размещаемые в электронном курсе. Практические занятия проходят в очном формате.

По данной программе имеется электронный учебно-методический комплекс в Moodle <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=34950>. УМК содержит: систему навигации по программе (учебно-тематический план, интерактивный график работы по программе, сведения о результатах обучения, о преподавателях программы, чат для объявлений и вопросов преподавателям), набор видеолекций, презентации к лекциям, набор ссылок на внешние образовательные ресурсы и инструменты, систему заданий с подробных установок и инструкциями, списки основной и дополнительной литературы. В электронном курсе реализована система обратной связи.

Литература

1. Основная литература по дисциплине:

1. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия / 5-изд. 2009, УРСС. – 416 с.
2. Дробышев А.И. Основы атомного спектрального анализа. – СПб: Изд-во СПбГУ, 2005. – 200 с.
3. Аношин Г.Н., Заякина С.Б. Современный атомно-эмиссионный спектральный анализ в геологии и геохимии: учебное пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2011. 200 с.
4. Томпсон М., Уолш Д.Н. Руководство по спектрометрическому анализу с индуктивно-связанной плазмой. Пер. с англ. – М.: Недра, 1988. 288 с.

5. Пелипасов О.В. Атомно-эмиссионные спектрометры с азотной микроволновой плазмой: монография / О.В. Пелипасов, В.А. Лабусов, А.Н. Путьмаков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. – 211 с.
6. Ю. Бёккер. Спектроскопия. – М.: Техносфера, 2009. – 528 с.
7. ГОСТ Р ИСО 5725.1–2002 Государственная система обеспечения единства измерений Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.
8. Бок Р. Методы разложение в аналитической химии. М.: Химия. 1984. 432 с
9. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, В.П. Савостин 3-е издание (электронное). – М.: Лаборатория знаний. – 2015. – 246с.
10. Мицуике А., Кузьмин Н. М. Методы концентрирования микроэлементов в неорганическом анализе. Пер. с англ. – Москва.: Химия, 1986.

2. Дополнительная литература

1. РМГ 61–2010 Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности, методик количественного химического анализа. Методы оценки.
2. РМГ 76–2014 Государственная система обеспечения единства измерений. «Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа».
3. Р 50.2.060–2008 Государственная система обеспечения единства измерений. Внедрение стандартизованных методик количественного химического анализа в лаборатории. Подтверждение соответствия установленным требованиям.
4. ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
5. Р 50.2.011–2005 Государственная система обеспечения единства измерений. «Проверка квалификации испытательных (измерительных) лабораторий, осуществляющих испытания веществ, материалов и объектов окружающей среды (по составу и физико-химическим свойствам) посредством межлабораторных сличений»

3. Электронные ресурсы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ <http://www.lib.tsu.ru/>
<http://www.msu.ru/libraries/>
<http://sun.tsu.ru/limit/2016/000385853/000385853.djvu> онлайн-учебно-методические материалы по курсу «Физические методы исследования».

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

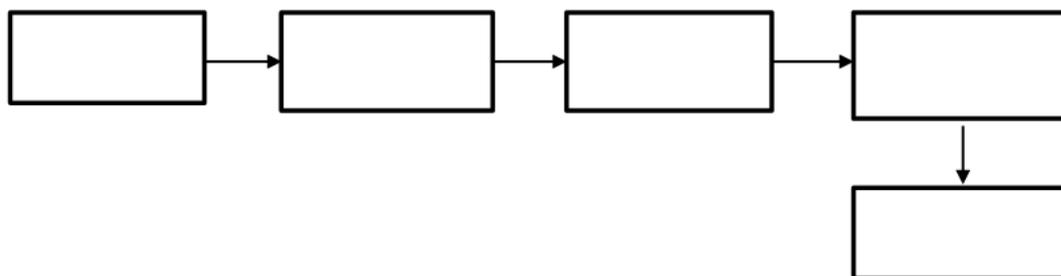
Комплект оценочных средств

Промежуточная аттестация по теоретическому блоку подготовки проводится в форме письменной контрольной работы, в которой слушателям предлагается решить несколько расчетных задач и ответить на теоретические вопросы в форме теста.

Примеры расчетных заданий

1. При определении содержания свинца в диоксиде кремния получены следующие результаты (ppm): 5,0; 5,10; 4,95; 4,98; 5,12; 4,93; 5,08; 4,91; 5,05; 5,13.
Оценить наличие грубых ошибок, рассчитать среднее арифметическое значение и его доверительный интервал.
2. При анализе стандартного образца, содержащего 11,7 ppm железа, получены следующие результаты (ppm): 11,68; 11,71; 11,69; 11,67; 11,81.
Определить S , $\varepsilon_{0,95}$ и сделать выводы о возможности систематической ошибки в используемом методе определения железа.
3. Рассчитайте уширение Доплера для спектральной линии натрия при 589 нм в плазме с температурой 7000 К.

4. Исходный раствор ГСО ионов свинца с концентрацией 1 г/дм^3
 Необходимо из исходного раствора ГСО ионов свинца приготовить раствор с концентрацией 20 ppm в количестве 100 см^3 .
 Какую аликвоту исходного раствора ГСО необходимо взять?
5. Назовите основное значение модуля EGSM для АЭС-МП?
6. Какой предел определения будет для кадмия, если $\text{СКО} = 0,5 \text{ мкг/дм}^3$ ($n = 10$)?
7. Предложите вариант окислительной смеси для минерализации гудрона?
8. На рисунке приведена принципиальная схема спектрометра, заполните пустые ячейки в ней соответствующими компонентами.



Примеры тестов

- Какие процессы происходят в плазме
 - атомизация
 - ионизация
 - несколько процессов одновременно: атомизация, возбуждение эмиссии, ионизация
- Выберите подходящий элемент для использования в качестве внутреннего стандарта при работе на спектрометре 4100 МП-АЭС.
 - Sc
 - Cd
 - Lu
- Температура плазмы в АЭС-МП
 - до 5000 К
 - до 10000 К
 - $> 10000 \text{ К}$
- Какие элементы нельзя определить методом АЭС-ИСП
 - элементы, которые входят в состав воздуха
 - галогены
 - щелочные металлы
- Для определения каких элементов используют гидридную приставку?
 - Hg, As, Sb, Pb, Se
 - Hg, As, Fe, Li
 - As, Li, Mo, Ca
- Какие виды проб можно анализировать с помощью АЭС-ИСП и АЭС-МП.
 Возможно несколько вариантов
 - Твердые
 - Жидкие
 - Газообразные
- Эмиссионный спектр атома представляет собой
 - набор узких линий
 - набор широких полос
 - комбинацию узких полос и широких линий
 - непрерывную кривую с максимумами.

8. Какой способ атомизации образца и возбуждения атомов позволяет качественно определять наиболее широкий круг элементов в методе АЭС анализа

1. пламя
2. дуга постоянного тока
3. дуга переменного тока
4. искра.

Зачет по теоретическому блоку программы получает обучающийся, набравший за результаты письменной работы не менее 60% баллов от максимально возможных

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА Лаборант спектрального анализа

Рабочая программа практического обучения является частью основной программы профессионального обучения по квалификации (профессии) лаборант спектрального анализа и определяет результаты, содержание и условия обучения, обеспечивающие освоение вида деятельности (ВД) в области химического и физико-химического анализа веществ и материалов различной природы.

В результате практической подготовки обучающийся должен:

– **уметь:**

У1 – организовывать рабочее место

У2 – производить подготовку лабораторной посуды, специального оборудования, реактивов

У3 – контролировать условия окружающей среды с записью в журнале

У4 – проверять сроки действия поверки средств измерений;

У5 – проверять сроки действия применяемых стандартных образцов, химических реактивов и растворов

У6 – обрабатывать результаты измерений в соответствии с калибровочными параметрами оборудования и условиями измерений

У7 – осуществлять статистическую обработку информации

У8 – запускать оборудование или переводить его в рабочий режим

У9 – подготавливать растворы (калибровочные и градуировочные растворы, растворы реактивов).

У10 – получать и доставлять химические реактивы, вспомогательные материалы

У11 – корректно оформлять протокол (акт) испытаний в соответствии с утверждённой процедурой

– **знать:**

31 – правила подготовки к работе основного и вспомогательного оборудования;

32 – требования, предъявляемые к реактивам, классификацию и маркировку реактивов;

33 – назначение и классификацию лабораторной посуды;

34 – правила обращения с опасными веществами;

35 – теоретические основы аналитической химии и методы определения основных показателей.

– **владеть:**

В1 – программным обеспечением для работы с АЭС

В2 – навыками проведения качественного и количественного анализа веществ и материалов физико-химическими методами.

СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (организационно-педагогические)

| №, наименование темы | Содержание лекций (кол-во часов) | Наименование практических (семинарских занятий), с указанием формата работы (кол-во часов) | Виды СРС (кол-во часов) |
|---|----------------------------------|---|--|
| Тема 1. Техника безопасности при работе в химических лабораториях | | Устройство лабораторий, организация труда, правила техники безопасности при работе в лаборатории. (2 ч) | 1. Прохождение теста 2. Изучение инструкций (1 ч) |
| Тема 2. Подготовка химической посуды, лабораторного оборудования | | Практическая работа: лабораторная посуда, весы и правила взвешивания, химические реактивы, их хранение и маркировка; основные операции техники лабораторных работ: дистилляция, центрифугирование, фильтрование (4 ч) | Изучение рекомендованной литературы (1 ч) |
| Тема 3. Приготовление основных и градуировочных растворов | | Способы выражения концентрации растворов. Построение градуированного графика. Расчет основных характеристик (4 ч) | Оформление расчета (2 ч) |
| Тема 4. Работа на АЭС-МП | | Калибровка спектрометра. Построение градуировочного графика. Выбор аналитических линий (8 ч) | Подготовка отчета по лабораторной работе (1 ч) |
| Тема 5. Работа на АЭС-ИСП | | Калибровка спектрометра. Построение градуировочного графика. Выбор аналитических линий (8 ч) | Подготовка отчета по лабораторной работе (1 ч) |
| Тема 6. Проведение анализа простых матриц | | Лабораторная работа: Определение содержания Na, K в соли электролита (8 ч) (М 058.01-33101-23 Методика определения содержания металлов Na, K, В и Ag методом ИСП-АЭС) | Подготовка отчета по лабораторной работе (1 ч) |
| Тема 7. Стажировка | | Выполнение анализа по разработанным методикам анализа (16 ч) | Формирование отчета анализа (2 ч) |

Материально-технические условия реализации программы:

Обучение по программе реализовано в очном формате на базе аналитических лабораторий. Лаборатории оснащены лабораторной мебелью, посудой, оборудованием и химическими реактивами, необходимыми для выполнения запланированных в рабочей программе лабораторных работ (спектрометр атомно-эмиссионный, весы неавтоматического действия высокого класса точности, колбы мерные, пипетки градуированные, пипетки с одной отметкой, цилиндры мерные, термогигрометр, микроволновая система Speedwave four Berghof Products, фторопластовые автоклавы, мерные чашки из фторопласта TFM, пробирки центрифужные полипропиленовые, термостойкие стаканы, часовое стекло, плита электрическая, полипропиленовая тара для хранения реактивов, холодильник бытовой, генератор азота, дистиллятор, рН-метр, кондуктометр, система очистки воды Milli-Q). Обучающиеся получают доступ к печатным и (или) электронным образовательным и информационным ресурсам программ, по которым они проходят обучение. Печатные и (или) электронные образовательные и информационные ресурсы укомплектованы учебно-методическими материалами, в т.ч. печатными и (или) электронными учебными изданиями (включая учебники и учебные пособия), видеоматериалами, методическими пособиями, распечатками, вспомогательной и справочной информацией, ссылками на ресурсы в сети.

Учебно-методическое и информационное обеспечение программы:

Методические рекомендации и пособия по изучению курса.

Программа реализуется в формате очного обучения, предусматривающего групповую и индивидуальную работу слушателей. Для организации работы слушателей используются конспекты лекций, практические задания с подробными пошаговыми инструкциями.

Литература

1. Основная литература по дисциплине:

1. Отмахов В.И. Метрология количественного химического анализа (статистика малых выборок) Ч. 1: учебно-методическое пособие по курсу "Обработка результатов химического эксперимента" /Нац. исслед. Том. гос. ун-т, Хим. фак.; [сост. В. И. Отмахов, Д. Е. Бабенков] Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2018. – 87 с.
2. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Атомная спектроскопия / 5-изд. 2009, УРСС. 416 с.
3. Дробышев А.И. Основы атомного спектрального анализа. – СПб: Изд-во СПбГУ, 2005. – 200с
4. Аношин Г.Н., Заякина С.Б. Современный атомно-эмиссионный спектральный анализ в геологии и геохимии: учебное пособие / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2011. 200с
5. Томпсон М., Уолш Д.Н. Руководство по спектрометрическому анализу с индуктивно-связанной плазмой. Пер. с англ. – М.: Недра, 1988. 288 с.
6. Пелипасов О.В. Атомно-эмиссионные спектрометры с азотной микроволновой плазмой: монография / О.В. Пелипасов, В.А. Лабусов, А.Н. Путьмаков. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. – 211 с.
7. Ю. Бёккер. Спектроскопия. – М.: Техносфера, 2009. – 528 с.
8. ГОСТ Р ИСО 5725.1–2002 Государственная система обеспечения единства измерений Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.
9. Бок Р. Методы разложение в аналитической химии. М.: Химия. 1984. 432 с
10. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, В.П. Савостин 3-е издание (электронное). – М.: Лаборатория знаний. – 2015. – 246с.
11. Мицуике А., Кузьмин Н. М. Методы концентрирования микроэлементов в неорганическом анализе. Пер. с англ. – Москва.: Химия, 1986

12. Шелковников В.В., Баталова В.Н., Киселева М.А., Отмахов В.И., Скворцова Л.Н., Зарубин А.Г. Физико-химические методы анализа. Учебно-методический комплекс (УМК). <http://edu.tsu.ru/eor/resource/557/tpl/index.html>

13. Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ М.: Издательство: «Химия» 1973

2. Дополнительная литература

1. ОФС.1.2.1.1.0004.152. Атомно-эмиссионная спектрометрия.

2 ПНДФ 14.1:2:4.135–98 Методические рекомендации. Методика выполнений измерений массовой концентрации элементов в пробах питьевой, природных, сточных вод и атмосферных осадков методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

3. ГОСТ 57165–2016 Вода. Определение содержания элементов методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазме.

4. ГОСТ Р 55079-2012 Сталь. Метод атомно-эмиссионного анализа с индуктивно связанной плазмой.

5. СТО ТГУ МИ.192–2024 Бромистый водород. Методика измерений массовых долей железа, хрома, меди, никеля и их суммы методом атомно-эмиссионной спектрометрии.

6. СТО ТГУ МИ.196–2024 Аммоний лимоннокислый двухзамещенный, калий лимоннокислый трехзамещенный 1-водный, калий лимоннокислый однозамещенный 2-водный, натрий лимоннокислый трехзамещенный 5,5-водный, тартрат натрия. Методика измерений массовых долей примесей методом атомно-эмиссионной спектрометрии.

7. ПНДФ 16.1:2.3:3.11–98 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах методом спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

8. ГОСТ ISO 22036–2014 Качество почвы. Определение микроэлементов в экстрактах почвы с использованием атомно-эмиссионной спектрометрии индуктивно-связанной плазмы (ИСП-АЭС).

9. МИ Agilent/243-08–2018 Методика измерений массовой доли элементов в горных породах, рудах и продуктах их переработки методом атомно-эмиссионной спектрометрии с микроволновой плазмой.

10. МИ Agilent/243-08–2018. Методика измерений массовой доли элементов в горных породах, рудах и продуктах их переработки методом атомно-эмиссионной спектрометрии с микроволновой плазмой.

11. ЕСА-МИ-4–02–01–17. Методика измерений массовой доли микро- и макроэлементов в продуктах питания и продовольственном сырье животного и биотехнологического происхождения методом атомно-эмиссионной спектрометрии с микроволновой генерацией плазмы.

3. Электронные ресурсы:

Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ <http://www.lib.tsu.ru/>

<http://www.msu.ru/libraries/>

<http://sun.tsu.ru/limit/2016/000385853/000385853.djvu> онлайнные учебно-методические материалы по курсу «Физические методы исследования».

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОГРАММЫ (формы аттестации, оценочные и методические материалы)

Комплект оценочных средств

Промежуточная аттестация блока практического обучения проводится на основании суммирования результатов текущей успеваемости слушателей. В процессе освоения практического блока, обучающиеся выполняют лабораторные и практические работы. По лабораторным работам слушатели должны представить отчет, оформленный по требованиям (приложение 1).

Зачет по практическому обучению выставляется, если слушатель выполнил и защитил не менее 60% заданий практического блока.

ПЕРЕЧЕНЬ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ВОПРОСОВ

для проверки знаний, полученных в процессе обучения рабочих по профессии «Лаборант спектрального анализа» 3 – 5 разряд

Задания теоретической части экзамена

1. Перечислите основные оптические методы атомной спектроскопии.
2. Что является источником возбуждения атомов в атомно-эмиссионной спектроскопии?
3. Перечислите основные типы атомизаторов в атомно-эмиссионной спектроскопии. Какие из них пригодны для анализа растворов, какие – для анализа твердых проб?
4. В чем состоят основные причины отклонения градуировочных графиков в атомно-эмиссионной спектроскопии от линейной зависимости?
5. Что понимают под разрешающей способностью спектрального прибора?
6. На чем основан качественный спектральный анализ.
7. Дуговые источники атомизации
8. Качественный и количественный анализ методом атомно-эмиссионной спектроскопии
9. Способы подготовки проб для АЭС анализа
10. Правила безопасной работы с концентрированными кислотами и щелочами. Меры оказания первой помощи при химических ожогах в случае попадания кислоты или щелочи на кожу или в глаза.
11. Требования безопасности при работе с лабораторным оборудованием.
12. АЭС-ИСП. Источники атомизации и возбуждения
13. Пробоподготовка проб органического состава
14. Химические реактивы. Их хранение. Правила пользования химическими реактивами.
15. Назначение и технические характеристики спектрометра 4100 АЭС-МП. Устройство, принцип действия основных узлов спектрометра. Вспомогательное оборудование для спектрального анализа. Порядок работы в нестандартных ситуациях. Проверка технического состояния.
16. Принципы работы гидридной приставки.
17. Анализ проб неизвестного состава методом АЭС-ИСП. Порядок выполнения испытания.
18. Использование внутренних стандартов в АЭС-ИСП и АЭС-МП.
19. Метрологические и информационные характеристики методов анализа.
20. Зависимость интенсивности линий от концентрации элемента в пробе. Градуировка аппаратуры с помощью стандартных образцов и методом добавок.

Задания практической части экзамена

1. М 061.01-33101-23 Методика измерений массовых долей примесей никеля и ванадия в твердых и вязких образцах нефтепродуктов методом ИСП-АЭС
2. М 075.01-33101-25 Методика измерений массовой доли олова методом атомно-эмиссионной спектроскопии
3. СТО ТГУ МИ.206-2024 Методика измерений массовой доли свинца методом атомно-эмиссионной спектроскопии-
4. М 069.01-33101-24 Метода измерений массовых долей примесей металлов методом атомно-эмиссионной спектроскопии водных объектов.
5. М 076-01-33101-25 Методика измерений массовых долей примесей кобальта, меди, родия и марганца методом атомно-эмиссионной спектроскопии.