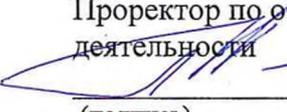


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной  
деятельности

 Е.В. Луков

(подпись)

« 02 » сентябрь 2024

**ОСНОВНАЯ ПРОГРАММА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ**

программа профессиональной подготовки по профессиям рабочих, должностям служащих

**«Лаборант химического анализа»**

**Код профессии:** 13321 Лаборант химического анализа  
(по приказу от 14.07.2023 № 534)

**Квалификационный разряд, класс, категория:** 4  
(при наличии)

**Трудоемкость:** 144 ч.

**Форма обучения:** очная с применением ЭО и ДОТ

СОГЛАСОВАНО:

Начальник учебного управления



М.А. Игнатьева

И.о. декана химического факультета



А.С. Князев

Томск 2024

Основная программа профессионального обучения разработана в соответствии с требованиями профессионального стандарта (классификационной характеристики) 13321 Лаборант химического анализа по профессии рабочего Лаборант химического анализа.

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

**Разработчики:** Шелковников Владимир Витальевич, заведующий кафедрой аналитической химии ХФ ТГУ;

Михальченко Марк Васильевич, ассистент кафедры аналитической химии ХФ ТГУ, м.н.с. лаборатории исследования и применения сверхкритических флюидных технологий в агропищевых биотехнологиях.

**Руководитель:** Шелковников Владимир Витальевич, заведующий кафедрой аналитической химии ХФ ТГУ.

# ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

### основной программы профессионального обучения

#### «Лаборант химического анализа»

| № п/п    | Наименование модулей / разделов / тем                                       | Общая трудоёмкость, ч | Контактные часы |                      | СРС, ч    | Формы контроля |
|----------|---|-----------------------|-----------------|----------------------|-----------|----------------|
|          |   |                       | лекции          | практические занятия |           |                |
| <b>1</b> | <b>Теоретическая подготовка</b>   | <b>36</b>             | <b>12</b>       | <b>12</b>            | <b>12</b> | <b>Зачет</b>   |
| 1.1.     | Тема 1. Организация работ в аналитических лабораториях                      | 3                     | 2               |                      | 1         |                |
| 1.2      | Тема 2. Методы аналитической химии  | 8                     | 2               | 2                    | 4         |                |
| 1.3      | Тема 3. Пробоотбор и пробоподготовка  | 11                    | 4               | 4                    | 3         |                |
| 1.4      | Тема 4. Метрологическое обеспечение химического анализа                     | 16                    | 4               | 6                    | 4         |                |
| <b>2</b> | <b>Практическое обучение</b>  | <b>102</b>            |                 | <b>90</b>            | <b>12</b> | <b>Зачет</b>   |
| 2.1      | Тема 1. Техника безопасности при работе в химических лабораториях           |                       |                 | 2                    | 2         |                |
| 2.2      | Тема 2. Подготовка химической посуды, приборов и лабораторного оборудования |                       |                 | 4                    |           |                |

|                            |   |            |  |            |           |                                 |
|----------------------------|---|------------|--|------------|-----------|---------------------------------|
| 2.3                        | Тема 3. Приготовление растворов различной концентрации        |            |  | 4          |           |                                 |
| 2.4                        | Тема 4. Методы химического анализа (гравиметрия, титриметрия) | 24         |  | 12         | 2         |                                 |
| 2.5                        | Тема 5. Спектрофотометрия                                     | 10         |  | 8          | 2         |                                 |
| 2.6                        | Тема 6. Ионметрия и потенциометрическое титрование            | 10         |  | 8          | 8         |                                 |
| 2.7                        | Тема 7. Тонкослойная хроматография                            | 6          |  | 4          |           |                                 |
| 2.8                        | Тема 8. Общесанитарный химический анализ воды                 | 16         |  | 14         | 2         |                                 |
| 2.9                        | Тема 9. Стажировка  | 36         |  | 34         | 2         |                                 |
| <b>Итоговая аттестация</b> |   | <b>6</b>   |  | <b>6</b>   |           | <b>Квалификационный экзамен</b> |
| <b>Итого</b>               |   | <b>144</b> |  | <b>108</b> | <b>24</b> |                                 |

# ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## ХАРАКТЕРИСТИКА

### основной программы профессионального обучения «Лаборант химического анализа»

#### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

##### 1.1. Нормативно-правовая база

Настоящая программа разработана в соответствии с:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ от 26 августа 2020 года № 438 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по основным программам профессионального обучения»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 14 июля 2023 г. № 534 «Об утверждении Перечня профессий рабочих, должностей служащих, по которым осуществляется профессиональное обучение»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт по специальности среднего профессионального образования по профессии 18.01.33 Лаборант по контролю качества сырья, реактивов, промежуточных продуктов, готовой продукции, отходов производства (по отраслям). Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 9 декабря 2016 г. № 1571.
- Федеральный государственный образовательный стандарт по специальности среднего профессионального образования по профессии 18.01.02 Лаборант-эколог. Утвержден приказом Минобрнауки России от 02.08.2013 № 916.
- Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС). Выпуск №2. Часть №2.
- Профессиональный стандарт 20.047 «Работник по химическому анализу на тепловой электростанции» Утвержден приказом Минтруда России № 377н от 8.06.2021.
- локальные нормативные акты ТГУ

##### 1.2. Цель реализации программы

Целью реализации программы является формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков по работе с лабораторным химическим оборудованием и методам химического анализа по профессии рабочего код: 13321 «Лаборант химического анализа» в рамках 3 уровня квалификации вида профессиональной деятельности «Оперативный химический контроль объектов испытаний» с присвоением 4 квалификационного разряда.

### 1.3. Планируемые результаты обучения

| Виды деятельности  | Профессиональные компетенции ППО   | Практический опыт   | Умения   | Знания   |
|--|--|---|--|--|
| Подготовка химической посуды, приборов и лабораторного оборудования к проведению анализа | ПК-1. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и                       | Контроль наличия и исправности средств измерений, вспомогательного и испытательного оборудования, химической посуды, реактивов и материалов | Выполнять подготовку и применять лабораторное оборудование, химическую посуду и материалы к работе;<br>Выявлять дефекты пробоотборных устройств;<br>Контролировать запас реактивов и нейтрализующих растворов для выполнения анализов;<br>Проверять исправность контрольно-измерительных приборов. | Назначение и свойства применяемых реактивов;<br>Правила сборки лабораторных установок;<br>Правила пользования контрольно-измерительными приборами и весами различных типов;<br>Назначение и классификацию химической посуды.   |
| Приготовление проб и растворов различной концентрации                                    | выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции | Отбор и доставка проб воды в лабораторию;<br>Приготовление растворов заданной концентрации;<br>Установление концентрации растворов.         | Готовить растворы и реактивы и проверять их годность;<br>Проверять исправность контрольно-измерительных приборов;<br>Контроль и регистрация показаний контрольно-измерительных приборов водно-химического режима;<br>Контролировать и регистрировать показания приборов химического контроля.      | Теоретические основы и методы определения основных показателей;<br>Методики проведения и выполнения химических анализов<br>Технические условия и государственные стандарты на проводимые анализы;<br>Правила пользования контрольно-измерительными приборами и весами различных типов. |
| Осуществление экологического контроля производства и технологического процесса           |  | Анализ качества и состава воды;<br>Контроль соответствия результатов анализа качества и состава воды нормативным значениям.                 | Определять состав и содержание веществ в анализируемых средах различными методами.   | Правила пользования контрольно-измерительными приборами и весами различных типов;<br>Методики проведения и выполнения химических анализов;<br>Технические условия и государственные стандарты на проводимые анализы.   |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| Обработка и оформление результатов анализа.  |  | Ведение документации при проведении анализа качества и состава объектов анализа.    | Оформлять результаты измерений и химического анализа;<br>Проводить сверку результатов ручного химического контроля с результатами автоматического химического контроля.  | Правила пользования контрольно-измерительными приборами и весами различных типов;<br>Методики проведения и выполнения химических анализов;<br>Технические условия и государственные стандарты на проводимые анализы. |
| Соблюдение правил и приемов техники безопасности, промышленной санитарии и пожарной безопасности |  | Соблюдение правил техники безопасности и приемов оказания первой медицинской помощи | Применять средства индивидуальной защиты;<br>Оказывать первую помощь пострадавшим на производстве;<br>Соблюдать требования охраны труда и безопасности при производстве работ;<br>Использовать первичные средства пожаротушения с проверкой исправности перед применением. | Правила и приемы техники безопасности;<br>Классификация химических реактивов по классам опасности;<br>Правила оказания первой медицинской помощи.  |

При реализации настоящей программы в рамках конкретной ОПОП соответствие компетенций устанавливается приложением 1,2.

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

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

**1.6. Форма обучения:** очная, в соответствии с календарным графиком основной образовательной программы высшего образования.

### МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

| Наименование кабинета (мастерской, лаборатории и т.д.) | Вид занятий          | Материально-техническое оснащение (наименование оборудования, программного обеспечения)  |
|--|----------------------|--|
| Учебная аудитория                                      | Практические занятия | Технические средства обучения: компьютер, мультимедийный проектор, экран, маркерная доска  |
| Лаборатория качественного и количественного анализа    | Практические занятия | баня водяная<br>термометр химический<br>штатив для пробирок<br>спиртовка,<br>ареометры,<br>штатив лабораторный,<br>пробирки,<br>воронка лабораторная,<br>колба коническая,<br>палочки стеклянные,<br>стаканы химические,<br>цилиндры мерные,<br>чашки выпарительные,<br>тигли фарфоровые,<br>щипцы тигельные,<br>бумага фильтровальная,<br>кружки фарфоровые,<br>дистиллятор,<br>печь муфельная,<br>шкаф сушильный,<br>весы аналитические,<br>спектрофотометр,<br>рН-метр,<br>Реактивы согласно лабораторным методикам |

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

#### Промежуточная аттестация

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. Для допуска к итоговой аттестации (квалификационному экзамену) слушателю необходимо получить зачеты по модулям программы. Каждому слушателю для допуска к итоговой аттестации необходимо выполнить письменную работу по теоретическому блоку и набрать не менее 60% баллов от максимально возможных, а также выполнить и защитить не менее 60% заданий практического блока.

### 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 химического анализа». Квалификационный экзамен включает в себя практическую квалификационную работу (определение показателя химического состава объекта исследования химическими или физико-химическими методами, обработку результатов и подготовку протокола испытаний) и проверку теоретических знаний в пределах квалификационных требований, указанных в квалификационных справочниках, и (или) профессиональных стандартов по профессии рабочих «лаборант химического анализа».

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

### Перечень вопросов теоретической части квалификационного экзамена

| Результаты (освоенные профессиональные компетенции)   | Вопросы  | Основные показатели оценки результата  |
|---|--|--|
| ПК 1. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции | 1. Объемный анализ. Требования к реакциям. Классификация методов. Расчеты в объемном анализе.<br>2. Метод кислотно-основного титрования. Индикаторы. Интервал перехода окраски. Кривые титрования.<br>3. Гравиметрический метод анализа. Сущность, последовательность операций.<br>4. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Погрешности титрования<br>5. Определение точки эквивалентности.<br>6. Способы установки титров | Знает:<br>- теоретические основы методов качественного и количественного химического анализа;<br>- правила подготовки к работе основного и вспомогательного оборудования<br>- методы отбора проб |
|   | 1. Основные методы разделения и концентрирования, их роль в химическом анализе, выбор и оценка. Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения<br>2. Представительность пробы; взаимосвязь с объектом и методом анализа.<br>3. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы.<br>4. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава.<br>5. Правила отбора проб и оформление точек отбора.<br>6. Описание сложных   | Умеет:<br>- проводить расчеты результатов анализа;<br>- проводить статистическую обработку результатов измерений   |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>равновесий. Общая и равновесная концентрации. Условные константы.</p> <p>7. Природные и синтетические органические вещества, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы</p>  |  |
|  | <p>1.Правила обслуживания лабораторного оборудования</p> <p>2.Правила работы с аналитическими весами</p> <p>3.Правила работы с муфельными печами и другими нагревательными приборами</p> <p>4.Правила работы с лабораторной аппаратурой и измерительными приборами.</p> <p>5.Правила технической эксплуатации и ухода за оборудованием, приспособлениями и инструментом</p>   | <p>Знает:</p> <p>Правила пользования аналитическими весами, рН-метром, фотоколориметром, и другими аналитическими приборами;</p> <p>Правила наладки лабораторного оборудования</p> |
|  | <p>1. Государственный орган уполномоченный вести контрольные и надзорные функции в области промышленной безопасности предприятий.</p> <p>2. Общие и специальные правила и нормы по промышленной безопасности. (ФЗ № 116 о промышленной безопасности, ФНП НГП, ПУЭ, ППБ).</p> <p>3. Порядок допуска к работе на ОПО. (обучение, проверка знаний, инструктажи, медицинский допуск, инструкции по охране труда, должностные инструкции).</p> <p>4. Порядок проверки состояния промышленной безопасности на ОПО. Контроль внешний и производственный контроль.</p> <p>5. ПЛА. На какие объекты разрабатывается.</p> <p>6.Правила противопожарного режима в РФ. ППБ. Первичные средства пожаротушения. ФНП НГП. Требования к организациям эксплуатирующим ОПО.</p> <p>7.ФНП НГП. Общие требования к рабочим местам.</p> <p>8. Промсанитария и охрана труда.</p> <p>9. Сигнальные цвета.</p> <p>10. Сигнализация при аварийной ситуации.</p> <p>11. Знаки безопасности.</p> | <p>Знает:</p> <p>Промышленную и пожарную безопасность труда, охрану труда;</p> <p>Правила оказания первой медицинской помощи.</p>  |

Критерии оценки теоретической части экзамена:

- «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.

Теоретическая часть квалификационного экзамена предполагает тестирование.

В случае неудовлетворительного результата при прохождении двух попыток тестирования слушатель не допускается к выполнению практической части экзамена.

Примеры заданий практической части квалификационного экзамена:

### Перечень заданий практической части квалификационного экзамена

| Результаты<br>(освоенные профессиональные<br>компетенции)   | Задания   | Основные показатели оценки<br>результата  |
|---|---|---|
| ПК 1. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение pH в водах.</li> <li>2. Определение измерений массовой концентрации сухого остатка.</li> <li>3. Определение массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ.</li> <li>4. Определение массовой концентрации катионных ПАВ.</li> <li>5. Определение массовой концентрации нитрит-ионов.</li> <li>6. Определение массовой концентрации сульфат - иона.</li> <li>7. Определение массовой концентрации ионов аммония.</li> <li>8. Определение химического потребления кислорода.</li> <li>9. Определение содержаний взвешенных веществ и общего содержания примесей.</li> <li>10. Определение массовой концентрации нефтепродуктов.</li> <li>11. Определение измерений содержаний растворенного кислорода.</li> <li>12. Определение массовой концентрации фосфат-ионов.</li> <li>13. Определение массовой концентрации нитрат-ионов.</li> <li>14. Определение биохимической потребности в кислороде (БПКполн.)</li> <li>15. Органолептические свойства</li> </ol> | <p>Умеет:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проводить анализы средней сложности по принятой методике без предварительного разделения компонентов.</li> <li>2. Определять процентное содержание вещества в анализируемых материалах различными методами.</li> <li>3. Определять вязкость, растворимость, удельный вес материалов и веществ пикнометром</li> <li>4. Устанавливать и проверять несложные титры веществ.</li> <li>5. Производить разнообразные анализы химического состава различных проб руды, хромистых, никелевых, хромоникелевых сталей, чугунов и алюминиевых сплавов, продуктов металлургических процессов, флюсов, топлива и минеральных масел.</li> <li>6. Взвешивать анализируемые материалы на аналитических весах.</li> <li>7. Налаживать лабораторное оборудование.</li> <li>8. Собирать лабораторные установки по имеющимся схемам под руководством лаборанта более высокой квалификации.</li> </ol> |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | воды.<br>16. Определение массовой концентрации аммонийных солей.<br>17. Определение массовой концентрации железа.<br>18. Определение массовой концентрации веществ, восстанавливающих марганцевокислый калий.<br>19. Определение массовой концентрации меди.<br>20. Определение массовой концентрации свинца. | 9. Наблюдать за работой лабораторной установки и снимать показания приборов |
|--|---|---|

Практическая часть квалификационного экзамена включает в себя практическую работу (демонстрационный эксперимент) на одну из предложенных тем.

Система оценивания практической части квалификационного экзамена:

- «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;
- «хорошо» выставляется обучающемуся, если он владеет необходимыми навыками и приемами выполнения практических заданий, не допускает существенных неточностей при их выполнении;
- «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.

#### **Итоговая оценка**

По результатам квалификационного экзамена выставляется оценка по пятибалльной шкале и присваивается квалификация. На основании оценок, полученных за теоретическую часть квалификационного экзамена и практическую часть квалификационного экзамена слушателю выставляется итоговая оценка.

# ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА Теоретическая подготовка

Рабочая программа теоретической подготовки является частью основной программы профессионального обучения по квалификации (профессии) лаборант химического анализа и определяет результаты, содержание и условия обучения, обеспечивающие освоение вида деятельности (ВД) «Оперативный химический контроль объектов испытаний».

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

| Код  | Наименование результата обучения  |
|--|---|
| ПК-1.<br>Способен осуществлять контроль качества компонентов и выпускаемой продукции назначения, паспортизацию продукции | <b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- назначение и свойства применяемых реактивов;</li><li>- правила сборки лабораторных установок;</li><li>- правила пользования контрольно-измерительными приборами и весами различных типов;</li><li>- назначение и классификацию химической посуды;</li><li>- теоретические основы и методы определения основных показателей;</li><li>- методики проведения и выполнения химических анализов;</li><li>- технические условия и государственные стандарты на проводимые анализы;</li><li>- правила и приемы техники безопасности;</li><li>- классификация химических реактивов по классам опасности;</li><li>- Правила оказания первой медицинской помощи.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- выполнять подготовку и применять лабораторное оборудование, химическую посуду и материалы к работе;</li><li>- выявлять дефекты пробоотборных устройств;</li><li>- контролировать запас реактивов и нейтрализующих растворов для выполнения анализов;</li><li>- проверять исправность контрольно-измерительных приборов;</li><li>- готовить растворы и реактивы и проверять их годность;</li><li>- проверять исправность контрольно-измерительных приборов;</li><li>- контроль и регистрация показаний контрольно-измерительных приборов водно-химического режима;</li><li>- контролировать и регистрировать показания приборов химического контроля;</li><li>- определять состав и содержание веществ в анализируемых средах различными методами;</li><li>- оформлять результаты измерений и химического анализа;</li><li>- Проводить сверку результатов ручного химического контроля с результатами автоматического химического контроля;</li><li>- применять средства индивидуальной защиты;</li><li>- оказывать первую помощь пострадавшим на производстве;</li><li>- соблюдать требования охраны труда и безопасности при производстве работ;</li><li>- использовать первичные средства пожаротушения с проверкой исправности перед применением.</li></ul> |

### СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

| №, наименование темы | Содержание лекций | Наименование | Виды СРС (кол-во часов) |
|----------------------|-------------------|--------------|-------------------------|
|----------------------|-------------------|--------------|-------------------------|

|   | (кол-во часов)   | практических занятий, с указанием формата работы (кол-во часов)  |   |
|---|--|--|---|
| Тема 1. Организация работ в аналитических лабораториях  | Введение в программу. Общие вопросы организации аналитической лаборатории, должностные обязанности лаборанта. Техника работ в химических лабораториях (2 ч)  |  | Просмотр видеолекций; Изучение инструкций (1 ч)                         |
| Тема 2. Методы аналитической химии                      | Физические, химические, физико-химические, биохимические методы анализа. Хроматографические методы, спектральные методы, электрохимические методы (2 ч)  | Выбор методов аналитического контроля (групповая работа) (2 ч)   | Просмотр видеолекций; Изучение рекомендованной литературы (4 ч)         |
| Тема 3. Пробоотбор и пробоподготовка                    | Методы отбора проб жидкостей, газов и твердых веществ. Проблемы анализа многокомпонентных систем природного и техногенного происхождения. Устранение мешающих влияний методами маскирования и разделения (4 ч) | Разработка алгоритмов подготовки проб к анализу. Решение кейсов (4 ч)  | Просмотр видеолекций; Изучение рекомендованной литературы (3 ч)         |
| Тема 4. Метрологическое обеспечение химического анализа | Химическая метрология. Задачи методов математической статистики. Классификация ошибок измерений. Источники погрешностей. Статистика малых выборок. (4 ч)   | Решение задач: Элементы теории вероятности и математической статистики. Доверительный интервал, доверительная вероятность Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. (4 ч.) | Просмотр видеолекций; 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. Практические занятия проводятся в химических лабораториях или компьютерных классах. Изучение теоретического материала (СРС) предполагается до и после синхронной части работы.

Практические занятия, сочетают в себе групповую и индивидуальную работу и направлены на разбор и решение кейсовых заданий.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» располагает материально-технической базой, соответствующей

действующим противопожарным правилам и нормам, обеспечивающим проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом. Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации. Учебные классы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации обучающимся. Лаборатории оснащены специализированной мебелью, современной приборной базой, лабораторным оборудованием, химическими реактивами. Учреждение обеспечено необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения. 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 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 LMS Moodle. 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. 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. А.Ф. Жуков [и др.]; под ред. О.М. Петрухина. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа (электронный ресурс) / Москва, МГУ. 2017. <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000385853/000385853.djvu>

3. 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>

4. ГОСТ Р ИСО 5725.1-2002 Государственная система обеспечения единства измерений Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.

5. Пробоподготовка в экологическом анализе / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - 5-е изд. – М.: "Лаборатория знаний". – 2015. – 858 с.

6. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, В.П. Савостин 3-е издание (электронное). – М.: Лаборатория знаний. – 2015. – 246с.

### 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. Рекомендация. Внедрение стандартизованных методик количественного химического анализа в лаборатории. Подтверждение соответствия установленным требованиям.

4. ИСО/МЭК17025-2017 Государственная система обеспечения единства измерений. Новые требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

5. Р 50.2.011-2005 «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/>  
[https://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/techniques/XRF.html](https://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/XRF.html)  
<http://sun.tsu.ru/limit/2016/000385853/000385853.djvu> онлайн-учебно-методические материалы по курсу «Физические методы исследования»;  
<http://edu.tsu.ru/eor/resource/557/tpl/index.html>— онлайн-учебно-методические материалы по курсу «Физические методы исследования»  
[http://www.vmk.ru/product/programmnoe\\_obespechenie/atom.html](http://www.vmk.ru/product/programmnoe_obespechenie/atom.html)  
<http://www.czl.ru/tgroups/Introduction-to-Raman-spectroscopy/>  
Introduction to Molecular Spectroscopy <https://www.coursera.org/learn/spectroscopy>  
Программное обеспечение атомно-эмиссионного спектрального анализа. Программа «Атом»

## **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. Теоретическое содержание углерода в карборунде (CSi) составляет 30,00 %  
Аналитик определил 30,45%, стандартное отклонение среднего составило 0,36%. Оценить правильность полученных результатов ( $n=5$ ).

2. Решить вопрос о грубом отклонении в результатах по  $t$  и  $Q$   
4,62 4,74 4,68 4,87 4,76

Провести статистическую обработку результатов измерений.

3. Какова вероятность встретить случайную величину за интервалом  $1,5S(x) - 2S(x); 3S(x)$  при  $(n=9)$ .

4. Рассчитать параметры прямой  $y = a + b x$

$x : 2,0 \quad 4,0 \quad 6,0 \quad 8,0$

$y : 3,0 \quad 3,6 \quad 4,3 \quad 4,8$

5. Проверить, содержит ли серия результатов параллельных измерений грубый результат:

3,41    3,40    3,43    3,48    3,95    3,25

Провести статистическую обработку результатов измерений.

6. Стандартный раствор  $H_2SO_4$  содержит 3,20 мг/мл серы. Студент выполнил контрольную работу и получил следующие результаты: 3,12; 3,08; 3,06; 3,10. Содержит ли результат систематическую погрешность. ( $P=0.95$ ).

7. Вычислить погрешность метода определения углерода в сталях по полученным данным (% углерода).

Проба 1    0,61    0,60    0,59    0,62

Проба 2    0,41    0,47    0,48    0,47

Проба 3    0,81    0,79    0,81    0,81

8. Найти вероятность с которой измерения находятся в интервале  $0,354 - 0,360$ , при  $\sigma = 0,003$ .

*Примеры тестов*

1. Укажите подвижную фазу в газожидкостной хроматографии.

1. Твёрдый адсорбент.
2. Вязкая жидкость, закреплённая на твёрдом носителе.
3. Органический растворитель.
4. Вязкая жидкость.

2. Разделение компонентов в газоадсорбционной хроматографии основано на различии...

1. коэффициентов диффузии.
2. коэффициентов распределения.
3. адсорбционной способности.
4. природы газа-носителя.

3. Растворимость спиртов в неподвижной жидкой фазе возрастает в ряду  $C_7H_{15}OH < C_6H_{13}OH < C_4H_9OH < C_3H_7OH$ . Какой спирт выходит из колонки первым?

1.  $C_6H_{13}OH$
2.  $C_4H_9OH$
3.  $C_7H_{15}OH$
4.  $C_3H_7OH$ .

4. Анионы в молочной сыворотке можно определить методом...

1. газовой хроматографии.
2. нормально-фазовой хроматографии.
3. ионообменной хроматографии.
4. ионной хроматографии.

5. Какие адсорбенты не являются полярными?

1. Оксид алюминия.
2. Активированный уголь.
3. Силикагель.
4. Графитированная сажа.

6. Эффективность колонки в газовой хроматографии не зависит от:

1. Скорости потока.
  2. Природы газа-носителя.
  3. Температуры.
  4. Типа детектора.
7. Какой вариант хроматографии следует применять для анализа смеси углеводородов (пропан, бутан, гептан, гексан):
1. ВЭЖХ.
  2. Газовую хроматографию.
  3. Ионную хроматографию.
8. При выборе детектора в газовой хроматографии не учитывают:
1. Природу газа-носителя.
  2. Природу определяемых веществ.
  3. Природу неподвижной фазы.
  4. Чувствительность определения.
9. Укажите механизм разделения веществ в жидкостно-жидкостной хроматографии:
- 1 Адсорбционный.
  2. Осадочный.
  3. Распределительный.
  4. Ионообменный.
10. Разделение веществ считается полным, если величина критерия разрешения  $R_s$ :
1.  $> 0$ ;
  2.  $\geq 1,5$ ;
  3.  $\leq 1,5$ ;
  4.  $=1$ .
11. Эмиссионный спектр атома представляет собой:
1. набор узких линий
  2. набор широких полос
  3. комбинацию узких полос и широких линий
  4. непрерывную кривую с максимумами.
12. 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.
13. Эмиссионный спектр атомов какого элемента содержит большее число линий:
1. лития
  2. натрия
  3. стронция
  4. железа.
14. Какие спектральные линии составляют гомологическую пару?
1. Линии элементов из одной подгруппы периодической системы
  2. Близлежащие линии в спектре определяемого элемента
  3. Две наиболее интенсивные линии в спектре определяемого элемента
  4. Линии определяемого элемента и внутреннего стандарта
  5. Линии определяемого элемента и эталона (образца сравнения).
15. Какое из перечисленных ниже электромагнитных излучений имеет наименьшую длину волны:
1. видимое
  2. рентгеновское
  3. ультрафиолетовое
  4. инфракрасное.
16. Нагрев анализируемого образца до высокой температуры в методе атомно-абсорбционной спектроскопии используется:

1. только для его атомизации
2. только для ионизации атомов
3. только для возбуждения атомов
4. для атомизации с последующим возбуждением атомов
5. для атомизации с последующей ионизацией атомов

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

# ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА Практическое обучение

Рабочая программа практического обучения является частью основной программы профессионального обучения по квалификации (профессии) лаборант химического 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 химической посуды, специального оборудования, реактивов

У3 – производить отбор проб твердых, жидких и газообразных веществ с учетом их свойств и действия на организм

У4 – проводить обработку результатов анализа.

**знать:**

З1 – правила подготовки к работе основного и вспомогательного оборудования;

З2 – требования, предъявляемые к реактивам, классификацию и маркировку реактивов;

З3 – назначение и классификацию химической посуды;

З4 – правила обращения с ядовитыми и горючими веществами;

З5 – теоретические основы аналитической химии и методы определения основных показателей.

**владеть:**

В1 – техникой отбора проб;

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

### СОДЕРЖАНИЕ ОБУЧЕНИЯ

| №, наименование темы  | Содержание лекций (кол-во часов) | Наименование практических 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.   | Просмотр видеолекций;<br>Прохождение теста;<br>Изучение инструкций<br>(3 ч) |
| Тема 2. Подготовка химической посуды, приборов и лабораторного оборудования |                                  | Групповая практическая работа: лабораторная посуда, весы и правила взвешивания на них, приборы для получения газов, химические реактивы, их хранение и маркировка; основные операции техники лабораторных работ: дистилляция, центрифугирование, фильтрование | Изучение рекомендованной литературы   |
| Тема 3. Приготовление растворов различной концентрации                      |                                  | Способы выражения концентрации растворов (решение задач)<br>Лабораторная работа «Приготовление раствора и установление его концентрации» (кол-во часов)   | Подготовка отчета по лабораторной работе                                    |
| Тема 4. Методы химического анализа (гравиметрия,                            |                                  | Лабораторные работы<br>Определение содержания борной кислоты в разных лекарственных формах<br>Определение содержания аскорбиновой   | Подготовка отчета по лабораторной работе                                    |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| титриметрия)   |  | кислоты в разных лекарственных формах  |  |
| Тема 5. Спектрофотометрия                            |  | Лабораторные работы<br>Подтверждение и установление количественного содержания цианокобаламина в лекарственных средствах.<br>Cr(VI) в воде | Подготовка отчета по лабораторной работе |
| Тема 6. Ионметрия и потенциометрическое титрование   |  | Лабораторные работы<br>Потенциометрическое титрование<br>Определение содержания ионов методом ионметрии                                    | Подготовка отчета по лабораторной работе |
| Тема 7. Тонкослойная хроматография                   |  | Лабораторные работы<br>Анализ многокомпонентного препарата (витаминов, комплекса аминокислот и т.д.)                                       | Подготовка отчета по лабораторной работе |
| Тема 8. Общесанитарный химический анализ воды, почвы |  | Лабораторные работы:<br>Содержание ПАВ<br>Общая жёсткость<br>Окисляемость<br>Кислотность<br>ЕКО<br>Органическое вещество                   | Подготовка отчета по лабораторной работе |
| Тема 9. Стажировка на базе аналитических лабораторий |  | Выполнение лабораторных анализов по методикам предприятия, обработка результатов, подготовка отчетов                                       | Подготовка отчета по стажировке (2ч)     |

## **УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (организационно-педагогические)**

### **Материально-технические условия реализации программы:**

Обучение по программе реализовано в очном формате на базе аналитических лабораторий. Лаборатории оснащены лабораторной мебелью, посудой, приборами и химическими реактивами, необходимыми для выполнения запланированных в рабочей программе лабораторных работ (баня водяная, термометр химический, штатив для пробирок, спиртовка, ареометры, штатив лабораторный, пробирки, воронка лабораторная, колба коническая, палочки стеклянные, стаканы химические, цилиндры мерные, чашки выпарительные, тигли фарфоровые, щипцы тигельные, бумага фильтровальная, кружки фарфоровые, дистиллятор, печь муфельная, шкаф сушильный, весы аналитические, спектрофотометр, рН-метр и др.). 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.

По данной программе имеется электронный учебно-методический комплекс в LMS

Один. 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.

## 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. А.Ф. Жуков [и др.]; под ред. О.М. Петрухина. Аналитическая химия. Физические и физико-химические методы анализа (электронный ресурс) / Москва, МГУ. 2017. <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000385853/000385853.djvu>
3. 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>
4. ГОСТ Р ИСО 5725.1-2002 Государственная система обеспечения единства измерений Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.
5. Пробоподготовка в экологическом анализе / Ю. С. Другов, А. А. Родин. - 5-е изд. – М.: "Лаборатория знаний". – 2015. – 858 с.
6. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, В.П. Савостин 3-е издание (электронное). – М.: Лаборатория знаний. – 2015. – 246с.
7. Воскресенский П.И. Техника лабораторных работ М.: Издательство: «Химия» 1973.

### 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. Рекомендация. Внедрение стандартизованных методик количественного химического анализа в лаборатории. Подтверждение соответствия установленным требованиям.
4. ИСО/МЭК17025-2017 Государственная система обеспечения единства измерений. Новые требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
5. Р 50.2.011-2005 «Проверка квалификации испытательных (измерительных) лабораторий, осуществляющих испытания веществ, материалов и объектов окружающей среды (по составу и физико-химическим свойствам) посредством межлабораторных сличений».
6. ГОСТ 31954-2012 «Вода питьевая. Методы определения жесткости»
7. ПНД Ф 14.1: 2:3:4.121-97 (издание 2016г.) Методика выполнения измерений рН в водах потенциометрическим методом.
8. ПНД Ф 14.1: 2:4.114-97. (2011 год) Методика измерений массовой концентрации сухого остатка в питьевых, поверхностных и сточных водах гравиметрическим методом.

9. ГОСТ 31957-2012 Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов.
10. ПНД Ф 14.1:2:4.207-04 Методика выполнения измерений цветности питьевых, природных и сточных вод фотометрическим методом.
11. ПНДФ 12.16.1-10 Методические рекомендации. Определение температуры, запаха, окраски (цвета) и прозрачность в сточных водах, в том числе очищенных сточных, ливневых и талых.
12. ПНД Ф 14.1:2:4.15-95. (2011 г.) Методика измерений массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ в питьевых, поверхностных и сточных водах экстракционно-фотометрическим методом.
13. ПНД Ф 14.1:2.16-95 Методика выполнения измерений массовой концентрации катионных ПАВ в пробах сточных вод экстракционно-фотометрическим методом.
14. ПНД Ф 14.1:2:4.3-95. (2011 г.) Методика измерений массовой концентрации нитрит-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса.
15. ПНД Ф 14.1:2.159-2000 Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфат - иона в пробах природных и сточных вод турбидиметрическим методом.
16. ПНД Ф 14.1:4.262-10 (2010 г.) Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в питьевых, поверхностных (в том числе морских) и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера.
17. ПНД Ф 14.1:2.108-97. (2004 г.) Методика выполнения измерений содержаний сульфатов в пробах природных и очищенных сточных вод титрованием солью свинца в присутствии дитизона.
18. ПНД Ф 14.1:2.100-97. (2004 г.) Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом.
19. ПНД Ф 14.1:2.110-97. (2004 г.) Методика выполнения измерений содержаний взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом.
20. ПНД Ф 14.1:2.101-97. (2004 г.) Методика выполнения измерений содержаний растворенного кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод йодометрическим методом.
21. ПНД Ф 14.1:2:4.50-96. (2011 г.) Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой.
22. ПНД Ф 14.1:2:4.5-95. (2011 г.) Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, поверхностных и сточных водах методом ИК-спектromетрии.
23. ПНД Ф 14.1:2:4.112-97. (2011 г.) Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония.
24. ПНД Ф 14.1:2.4-95. (2011 г.) Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой.
25. ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97(2004 г.) Методика выполнения измерений биохимической потребности в кислороде после n-дней инкубации (БПКполн.) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах.

### 3. Электронные ресурсы:

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

2. <http://www.msu.ru/libraries/>
3. [https://serc.carleton.edu/research\\_education/geochemsheets/techniques/XRF.html](https://serc.carleton.edu/research_education/geochemsheets/techniques/XRF.html)
4. <http://sun.tsu.ru/limit/2016/000385853/000385853.djvu> онлайн-учебно-методические материалы по курсу «Физические методы исследования»;
5. <http://edu.tsu.ru/eor/resource/557/tpl/index.html> – онлайн-учебно-методические материалы по курсу «Физические методы исследования»
6. [http://www.vmk.ru/product/programmnoe\\_obespechenie/atom.html](http://www.vmk.ru/product/programmnoe_obespechenie/atom.html)
7. <http://www.czl.ru/tgroups/Introduction-to-Raman-spectroscopy/Introduction> to Molecular Spectroscopy
8. <https://www.coursera.org/learn/spectroscopy> Программное обеспечение атомно-эмиссионного спектрального анализа. Программа «Атом»

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

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.

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