

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

*МДК.01.01 Основы аналитической химии и физико-химических  
методов анализа*

программы подготовки специалистов среднего звена  
*18.02.12 Технология аналитического контроля  
химических соединений*

Форма обучения очная

Находка 2026

Рабочая программа учебной дисциплины МДК 01.01 «Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа» разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений, утвержденного приказом Минобрнауки России от 09.12.2016 № 1554, примерной образовательной программой.

Разработчик: Божок Е.Б., Талашкевич Е.А. преподаватели ОСПО филиала ФГБОУ ВО "ВВГУ" в г.Находке

Рассмотрено и одобрено на заседании предметной цикловой комиссии филиала ФГБОУ ВО «ВВГУ» в г. Находке, протокол №10 от «29» июня 2026 г.

Председатель ПЦК



В.В. Плахотина

## **СОДЕРЖАНИЕ**

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....        | 4  |
| 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....                | 6  |
| 3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....          | 12 |
| 4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ..... | 13 |

## 1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1 Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Междисциплинарный курс МДК 01.01 «Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа» является частью профессионального модуля основной образовательной программы (далее ООП) в соответствии с ФГОС СПО по специальности 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений.

### 1.2 Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

| Код к-и | Наименование компетенций                                                                                                                                                                | Уметь                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Знать                                                                                                                                                                              |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01.  | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.                                                                                     | У1 - иметь практический опыт в: эксплуатации лабораторного и испытательного оборудования, основных средств измерений химико-аналитических лабораторий; проведении качественного и количественного анализа неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами; метрологической обработке результатов анализа. | 31 - классификацию методов спектрального анализа; теоретические основы и классификацию электрохимических методов анализа; теоретические основы хроматографических методов анализа. |
| ОК 02.  | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                    |
| ОК 07.  | Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях | У3 - проводить статистическую обработку результатов и оценку основных метрологических характеристик; находить причину несоответствия анализируемого объекта требованиям нормативных документов; проводить внутри лабораторный контроль.                                                                                                   | 33 - методы определения показателей качества объектов различного происхождения (в том числе воды, газовых смесей, топлив, органических и неорганических продуктов).                |
| ОК 09.  | Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках                                                                                                     | У5 - применять специальное программное обеспечение.                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 35 - актуальные источники информации в сфере науки, способы проверки легитимности источников в сети<br>Профессиональную                                                            |

|        |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                     |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                                                                                               |                                                                                                                                                                                        | терминологию на государственном и иностранном языке.                                                                                                |
| ПК 1.1 | Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности                   | У6 - проводить экспериментальные работы по аттестации методик с использованием стандартных образцов.                                                                                   | 36 - метрологические основы в аналитической химии.                                                                                                  |
| ПК 1.2 | Выбирать оптимальные методы анализа.                                                                          | У7 - подготавливать пробы для выполнения аналитического контроля.                                                                                                                      | 37 - основные методы анализа объектов различного происхождения (в том числе воды, газовых смесей, топлив, органических и неорганических продуктов). |
| ПК 1.3 | Подготавливать реагенты, материалы и растворы, необходимые для анализа.                                       |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                     |
| ПК 1.4 | Работать с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности. | У8 - использовать автоматизированную аппаратуру для контроля производственных процессов; осуществлять подготовительные работы для проведения химического и физико-химического анализа. | 38 - правила эксплуатации посуды, средств измерений, испытательного оборудования, используемых для выполнения анализа.                              |

## 2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                 | Объем часов |
|----------------------------------------------------|-------------|
| Объем образовательной программы учебной дисциплины | 136         |
| в том числе:                                       |             |
| – теоретическое обучение                           | 24          |
| – практические занятия                             | 24          |
| – лабораторные занятия                             | 24          |
| – самостоятельная работа                           | 58          |
| – промежуточная аттестация – (экзамен)             | 6           |

## 2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем                                                                                                                                                          | Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Объем в часах | Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3             |                                                                       |
| <b>Раздел ПМ 01. Определение оптимальных средств и методов анализа природных и промышленных материалов МДК.01.01 Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа.</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>136</b>    |                                                                       |
| <b>Тема 1. Методы анализа химических систем. Принцип выбора оптимальных методов анализа, средств измерения.</b>                                                                      | <b>Содержание теоретического материала</b><br>1. Классификация методов аналитической химии: химические, физико-химические методы анализа, их краткая характеристика. Классификация исследуемых объектов.<br>2. Пробоотбор, его виды: первичный, лабораторный, аналитический. Особенности выделения и концентрирования анализируемого компонента.<br>3. Качественный химический анализ, цель, задачи, типы химических реакций, лежащих в основе качественных определений; основные приемы проведения качественного компонента | 2<br>2<br>4   | ОК.01 ОК.02 ОК.07 ОК.09 ПК 1.1- 1.4                                   |

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                  |                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| <b>Тема 1.1 Методы анализа химических объектов. Классификация химических веществ</b> | <p>1) ГОСТ 2517-85 Нефть и нефтепродукты «Методы отбора проб». Пробоотбор в анализе качества нефти и нефтепродуктов. Параметры, допуски отклонений в типах пробоотборников.</p> <p>2) ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)-2002, регламентирующий характеристики погрешности методик КХА. Термины и определения. Метрологические критерии оценки степени и соответствия безопасности</p> <p>3) Оценка соответствия безопасности и качества объекта испытаний нормативным требованиям. Решение задач на примерах (вода, бензин), Рекомендации МИ 2867-04, Проведение химического анализа бензинов различных марок по ГОСТ.</p> <p><b>Лабораторные работы:</b></p> <p>1) Выбор оптимальных методов измерения с использованием контрольных методик анализа. Измерения сухого остатка природных вод гравиметрическим и кондуктометрическим методами, с учетом предела повторяемости и воспроизводимости.</p> <p>2) Комплексонометрический метод определения общей жесткости воды. ГОСТ Р 52407-05 Установка точной концентрации раствора.</p> <p>3) Титриметрический метод определения перманганатной окисляемости в водах. Блок схема проведения анализа. Установка поправочного коэффициента. ПНД Ф14.1:2:4.154</p> | 1<br>1<br>1<br>2 |                                     |
| <b>Тема 1.2. Выбор оптимального метода анализа и средств измерения</b>               | <p><b>Содержание теоретического материала</b></p> <p>Основные принципы выбора методики анализа в зависимости от химического состава анализируемой системы. Критерии выбора. Принципы выбора оптимального измерительного средства.</p> <p><b>Практические занятия</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 20               | ОК.01 ОК.02 ОК.07 ОК.09 ПК 1.1- 1.4 |
|                                                                                      | <p>1) Общая характеристика инструментальных (физико-химических) методов анализа. Руководство 2.2. 2006-05 «Оценка факторов рабочей среды».</p> <p>2) Подбор методов для качественного и количественного анализа нефти и нефтепродуктов</p> <p>3) Оценка результатов инструментальных замеров оценка микроклимата рабочих мест; Световой среды, вредных веществ в</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4                |                                     |

|                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------|
|                                                                                                                          | <b>Лабораторные работы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4  |                                     |
|                                                                                                                          | Замеры условий проведения анализа, выбор измерительных средств: СанПиН 2.2.1\2.1.1-1278, ГОСТ 30-494. Замеры концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны. СанПиН 2.2.4.548, ГОСТ 12.1.014 «Метод измерений углеводородов индикаторными трубками»                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |                                     |
| <b>Тема 2. Обеспечение точности измерений. Приемочный контроль. Тема 2.1 Теория погрешности в аналитическом контроле</b> | <b>Содержание теоретического материала</b><br>Основные термины и категории теории погрешности: погрешность, точность, правильность, воспроизводимость, достоверность, сходимость. Классификации погрешностей, их краткая характеристика. Способы уменьшения погрешностей. Инструментальные погрешности, причины возникновения, учет в нормативной документации, методы устранения. Погрешности при воздействии внешних условий (температуры, давления, электромагнитного поля). Погрешности измерений, методы их оценки. Абсолютная и относительная погрешность. Погрешности средств измерений, методы их оценки. Влияние погрешности измерения на достоверность результатов контроля. | 10 | ОК.01 ОК.02 ОК.07 ОК.09 ПК 1.1- 1.4 |
| <b>Тема 2.2 Калибровка и поверка измерительных средств</b>                                                               | <b>Лабораторные работы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8  |                                     |
|                                                                                                                          | Создание калибровки по стандартным растворам. Определение концентраций (фосфатов в природной воде) по калибровке на измерительном приборе «Спектрофотометр - Юнико» Расчет погрешности измерительных средств. Контрольные процедуры для контроля погрешности результатов анализа. Оценка соответствия методики задачам качественного и количественного анализа по диапазону значений и точности.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |                                     |
|                                                                                                                          | <b>Содержание теоретического материала</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8  | ОК.01 ОК.02 ОК.07 ОК.09 ПК          |

**Тема 2.3 Приемочный контроль качества**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------|
| Калибровка средств измерения, определение, основная нормативная документация, ее содержание. Сертификат о калибровке. Калибровочный знак. Метрологические организации, проводящие калибровку измерительных средств. Калибровка приборов в термометрии, основные принципы. Калибровка приборов для измерения давления основные принципы. Калибровка приборов для радиометрического мониторинга, основные принципы. Калибровка оборудования для весового анализа, основные принципы. Калибровка оборудования для объемного анализа, основные принципы. Калибровка рН-метров, основные принципы. Поверка, определение, цель поверки, отличие от калибровки, основные нормативные документы, регламентирующие процесс поверки, их содержание. Метрологические службы, осуществляющие поверку. Средства измерения, подлежащие поверке. Виды поверок. Порядок проведения поверки приборов, измерительных средств для весового и объемного анализа. |    | 1.1- 1.4 |
| <b>Лабораторные работы</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10 |          |
| Потенциометрический метод измерения концентраций фторид- ионов, калий- ионов, с использованием ИСЭ и вспомогательного электрода. РД 52.24.415. Фотометрический метод измерения концентрации ионов. Подготовка градуировочных растворов. Градуировка рН- метра, Приписанные характеристики погрешности. Обработка результатов измерений. Подготовка градуировочных растворов. Градуировка фотометра. Обработка результатов измерений. Приписанные характеристики погрешности. Подготовка градуировочных растворов. Программное построение градуировочного графика анализатора жидкости типа 7052. Обработка результатов измерений. Приписанные характеристики                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |          |
| <b>Содержание теоретического материала</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4  |          |
| Приемочный контроль, его виды, общие принципы проведения. Входной приемочный контроль, цели, задачи, этапы проведения, документация. Статистический приемочный контроль, принципы расчета.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |          |
| <b>Практические занятия</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8  |          |

|                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                    |            |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--|
|                                                                                                                                                                                                 | Составление плана и схемы входного приемочного контроля. Метод толерантных границ. Метод доверительного интервала. |            |  |
| <b>Самостоятельная работа при изучении ПМ 01.</b><br>Выполнение реферативных работ по индивидуальным темам.<br>Выполнение конспектов по заданным темам.<br>Проработка нормативной документации. |                                                                                                                    | 58         |  |
| <b>Всего</b>                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                    | <b>136</b> |  |

### **3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1 Материально-техническое обеспечение**

Для реализации программы профессионального модуля предусмотрены следующие специальные помещения:

Лаборатории «Спектрального анализа», посадочных мест 16.

Весы ЕК-6101i (2 шт.).

Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ БКРЕ.941412.001РЭ.

Электронные весы серии GF, GF-300.

Набор для тонкослойной хроматографии универсальный модернизированный НТХ-УМ.

Титровальный стол на 4 бюретки.

Магнитная мешалка.

Весы торсионные WT-1000.

Вытяжные шкафы с подводом электричества, воды и канализации (2 шт.).

Электроплитки 1 и 2 комфорочные.

Аквадистиллятор электрический ДЭ-4 ТЗМОИ.

Экстрактор ES-8000.

Аппарат для разгонки нефтепродуктов АРН-ЛАБ-03.

Сушильный шкаф (электрошкаф СНОЛ-3.5).

Весы CAS MW - 150T 150/0.005.

Единица компьютерной техники (2 шт.).

Вискозиметры разного диаметра, ареометры, термометры.

Химическая посуда специального назначения, мерная химическая посуда, химическая посуда общего назначения.

Металлическое оборудование (штативы, держатели, пинцеты, штативы, скальпели, зажимы, подставки и другое).

Химические реактивы.

Набор специализированной мебели.

Кабинета для самостоятельной работы: стол ученический - 15 шт., кресло - 14 шт., стол преподавательский - 1 шт. Техническое оборудование: 15 ПК (19" монитор Benq E910, системный блок Intel G6950 2.8 Ghz - 1 шт., ОЗУ 2 Гб. - 1 шт., HDD 80 Гб - 1 шт.)

Библиотеки, читального зала: учебная парта - 28 шт., стул мягкий - 55 шт., стол компьютерный - 3 шт., кресло - 3 шт., доска передвижная маркерная - 1 шт. Техническое оборудование: 3 ПК с выходом в Интернет, настенный экран 490x210, навесной проектор Benq MP723, ноутбук Lenovo S205, акустическая система Sven MS-970 2.1.

Реализация профессионального модуля предполагает обязательную учебную практику.

#### **3.2 Информационное обеспечение реализации программы**

Для реализации программы учебной дисциплины библиотечный фонд ВВГУ укомплектован печатными и электронными изданиями.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

#### **Основная литература**

1. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2-х кн. Кн.2. Физико- химические методы анализа: учебник / В.П. Васильев. - М.: Дрофа, 2021. - 383 с.

2. Барковский Е.В. Аналитическая химия : учеб. пособие / Е.В. Барковский, С.В. Ткачев. - М.: Высш. школа, 2020. - 351 с.

### Дополнительная литература

3. Аналитическая химия: учебник для среднего профессионального образования / под ред. А.А. Ищенко.- М.: Академия, 2022. - 320 с.Электронные информационные ресурсы:

4. Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учеб. пос. / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек и др. - 2-е изд., стер. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2020. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=419626>

5. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: учеб. пособие / Гуськова В.П. и др. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2019.- 96 с. - <https://e.lanbook.com/reader/book/4591/#11>

6. Аналитическая химия. Физико-химические и физические методы анализа: учебное пособие / Н.И. Мовчан и др. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2020. - <http://www.iprbookshop.ru/61958.html>

7. Основы аналитической химии. Химические методы анализа: учебное пособие / Н.И. Мовчан и др. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2022. - <http://www.iprbookshop.ru/61991.html>

8. Александрова Т.П. Физико-химические методы анализа: учебное пособие / Т.П. Александрова, А.И. Апарнев, А.А. Казакова. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2021. - <http://www.iprbookshop.ru/44699.html>

## 4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| Результаты обучения                                                                                                                                                                | Критерии оценки                                                                                                                                                              | Методы оценки                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 31 - классификацию методов спектрального анализа; теоретические основы и классификацию электрохимических методов анализа; теоретические основы хроматографических методов анализа. | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |
| 33 - методы определения показателей качества объектов различного происхождения (в том числе воды, газовых смесей, топлив, органических и неорганических продуктов).                | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |
| 35 - актуальные источники информации в сфере науки, способы проверки легитимности источников в сети<br>Профессиональную терминологию на государственном и иностранном языке.       | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 36 - метрологические основы в аналитической химии.                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену                                                                      | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |
| 37 - основные методы анализа объектов различного происхождения (в том числе воды, газовых смесей, топлив, органических и неорганических продуктов).                                                                                                                                                                                          | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену                                                                      | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |
| 38 - правила эксплуатации посуды, средств измерений, испытательного оборудования, используемых для выполнения анализа.                                                                                                                                                                                                                       | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену                                                                      | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |
| У1 - иметь практический опыт в:<br>эксплуатации лабораторного и испытательного оборудования, основных средств измерений химико-аналитических лабораторий; проведении качественного и количественного анализа неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами; метрологической обработке результатов анализа. | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену<br>Правильность, полнота выполнения и оформления лабораторной работы | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |
| У3 - проводить статистическую обработку результатов и оценку основных метрологических характеристик;<br>находить причину несоответствия анализируемого объекта требованиям нормативных документов;<br>проводить внутри лабораторный контроль.                                                                                                | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену<br>Правильность, полнота выполнения и оформления лабораторной работы | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |
| У5 - применять специальное программное обеспечение.                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота                                                                                                                                          | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |

|                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                        | самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену<br>Правильность, полнота выполнения и оформления лабораторной работы                                                                                                          |                                                           |
| У6 - проводить экспериментальные работы по аттестации методик с использованием стандартных образцов.                                                                                   | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену<br>Правильность, полнота выполнения и оформления лабораторной работы | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |
| У7 - подготавливать пробы для выполнения аналитического контроля.                                                                                                                      | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену<br>Правильность, полнота выполнения и оформления лабораторной работы | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |
| У8 - использовать автоматизированную аппаратуру для контроля производственных процессов; осуществлять подготовительные работы для проведения химического и физико-химического анализа. | Четкость изложения материала при устном опросе<br>Правильность выполнения теста<br>Правильность, полнота самостоятельной подготовки к подготовке к устному опросу и экзамену<br>Правильность, полнота выполнения и оформления лабораторной работы | Устный опрос,<br>Тестовые задания<br>Практическое задание |

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации  
по учебной дисциплине

*МДК.01.01 Основы аналитической химии и физико-химических  
методов анализа*

программы подготовки специалистов среднего звена  
*18.02.12 Технология аналитического контроля  
химических соединений*

Форма обучения очная

Находка 2026

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине МДК 01.01 «Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа» разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений, утвержденного приказом Минобрнауки России от 09.12.2016 № 1554, примерной образовательной программой.

Разработчик(и): Е.Б. Божок, преподаватель

Рассмотрено и одобрено на заседании предметной цикловой комиссии филиала ФГБОУ ВО «ВВГУ» в г. Находке, протокол № 10 от «29» июня 2026 г.

Председатель ПЦК



В.В. Плахотина

## 1 Общие положения

Фонд оценочных средств (далее – ФОС) предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины МДК 01.01 Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа.

ФОС включают в себя контрольные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине, которая проводится в форме дифференцированного зачёта / экзамена (с использованием оценочного средства - устный опрос в форме ответов на вопросы билетов, устный опрос в форме собеседования, выполнение письменных заданий, тестирование и т.д.)

## 2 Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие результаты освоения образовательной программы

| Код ОК, ПК       | Код результата обучения | Наименование результата обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01, ОК 02     | 31                      | классификацию методов спектрального анализа; теоретические основы и классификацию электрохимических методов анализа; теоретические основы хроматографических методов анализа.                                                                                                                                                              |
| ОК 07.           | 33                      | методы определения показателей качества объектов различного происхождения (в том числе воды, газовых смесей, топлив, органических и неорганических продуктов).                                                                                                                                                                             |
| ОК 09.           | 35                      | актуальные источники информации в сфере науки, способы проверки легитимности источников в сети; профессиональную терминологию на государственном и иностранном языке.                                                                                                                                                                      |
| ПК 1.1           | 36                      | метрологические основы в аналитической химии.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| ПК 1.2<br>ПК 1.3 | 37                      | основные методы анализа объектов различного происхождения (в том числе воды, газовых смесей, топлив, органических и неорганических продуктов).                                                                                                                                                                                             |
| ПК 1.4           | 38                      | правила эксплуатации посуды, средств измерений, испытательного оборудования, используемых для выполнения анализа.                                                                                                                                                                                                                          |
| ОК 01, ОК 02     | У1                      | иметь практический опыт в:<br>эксплуатации лабораторного и испытательного оборудования, основных средств измерений химико-аналитических лабораторий; проведении качественного и количественного анализа неорганических и органических веществ химическими и физико-химическими методами;<br>метрологической обработке результатов анализа. |
| ОК 07.           | У3                      | проводить статистическую обработку результатов и оценку основных метрологических характеристик;<br>находить причину несоответствия анализируемого объекта требованиям нормативных документов;<br>проводить внутри лабораторный контроль.                                                                                                   |
| ОК 09.           | У5                      | применять специальное программное обеспечение.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| ПК 1.1           | У6                      | проводить экспериментальные работы по аттестации методик с использованием стандартных образцов.                                                                                                                                                                                                                                            |

|                  |    |                                                                                                                                                                                      |
|------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК 1.2<br>ПК 1.3 | У7 | подготавливать пробы для выполнения аналитического контроля.                                                                                                                         |
| ПК 1.4           | У8 | использовать автоматизированную аппаратуру для контроля производственных процессов;<br>осуществлять подготовительные работы для проведения химического и физико-химического анализа. |

### 3 Описание процедуры оценивания

Результаты обучения по дисциплине, уровень сформированности компетенций оцениваются по четырём бальной шкале оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Текущая аттестация по дисциплине проводится с целью систематической проверки достижений обучающихся. Объектами оценивания являются: степень усвоения теоретических знаний, уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, качество выполнения самостоятельной работы, учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине).

При проведении промежуточной аттестации оценивается достижение студентом запланированных по дисциплине результатов обучения, обеспечивающих результаты освоения образовательной программы в целом.

### 4 Критерии оценивания

#### Критерии оценивания устного ответа

(оценочные средства: *ответы на вопросы*)

**5 баллов** - ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**4 балла** - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**3 балла** – ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**2 балла** – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### Критерии оценивания практической работы

**5 баллов** - студент выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Тема раскрыта полностью, выводы обоснованы. Приведены данные литературы, информация нормативно-правового характера. Студент владеет навыком самостоятельной работы по заданной теме; методами и приемами анализа теоретических и/или практических навыков изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; графически работа оформлена правильно.

**4 балла** - работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при вычислениях и описании методик. Метод расчета выбран верно, но допущены ошибки.. Не все выводы сделаны и/или обоснованы. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием темы, нет.

**3 балла** – студент проводит достаточно самостоятельный анализ основных формул и понятий в теме понимает базовые основы и теоретическое обоснование методики расчета. Решения выполнены не точно. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы.

**2 балла** – студент не ориентируется в методах расчета, формулах, законах. Не может работать с нормативными документами и справочной литературой. Ответы не точны.

### Критерии оценивания тестового задания

| Оценка                        | <i>Отлично</i> | <i>Хорошо</i>    | <i>Удовлетворительно</i> | <i>Неудовлетворительно</i> |
|-------------------------------|----------------|------------------|--------------------------|----------------------------|
| Количество правильных ответов | 91 % и $\geq$  | от 81% до 90,9 % | не менее 70%             | менее 70%                  |

### Критерии выставления оценки студенту на экзамене

(оценочные средства: *устный опрос в форме ответов на вопросы билетов*)

| Оценка по промежуточной аттестации | Характеристика качества сформированности компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «зачтено» / «отлично»              | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на продвинутом уровне: обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. |
| «зачтено» / «хорошо»               | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на базовом уровне: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.                                                                                                                                                                                                        |
| «зачтено» / «удовлетворительно»    | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на пороговом уровне: имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного                                                                                                                                                   |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ, при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.                                                                                                                                                                                                   |
| «не зачтено» /<br>«неудовлетворительно» | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на уровне ниже порогового: выявляется полное или практически полное отсутствие знаний значительной части программного материала, студент допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, умения и навыки не сформированы. |

## 5. Примеры оценочных средств для проведения текущей аттестации

### 5.1. Тестовые задания

#### Задания с выбором варианта ответа

##### Вопросы тестовых заданий

Выберите один верный вариант ответа

- Для приготовления 500 мл 0,1 М раствора требуется
  - 2,45;
  - 4,9;
  - 9,8 граммов химически чистой серной кислоты.
- Неметаллические свойства увеличиваются в ряду
  - C, Si, Sn; 2) F, Cl, Br; 3) N, O, F.
- Объем (л) 2 молекул молекулярного азота при нормальных условиях равен
  - $7,4 \cdot 10^{-23}$ ;
  - $22,4 \cdot 10^{-23}$ ;
  - $6,02 \cdot 10^{23}$ ;
  - $1,4 \cdot 10^{22}$ .
- Вещество с ионной кристаллической решеткой - это
  - цинк;
  - хлорид натрия;
  - йод;
  - алмаз.
- Комплексообразование наиболее характерно для атома
  - железа;
  - калия;
  - бора;
  - серы.
- Полностью диссоциирует в водной среде:
  - KOH;
  - NH<sub>4</sub>OH;
  - H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>;
  - Cu(OH)<sub>2</sub>.
- Масса хлорида калия (г), необходимого для приготовления 500 мл 20%- ного раствора (плотность 1,1 г/мл) равна:
  - 110;
  - 55;
  - 143;
  - 100.
- Константа равновесия обратимой реакции синтеза аммиака при равновесных концентрациях азота и водорода 0,1 моль/л и аммиака 0,15 моль/л равна
  - 0,0115;
  - 0,0225;
  - 0,0454;
  - 0,0342.

9. К кислотно-основным индикаторам относится

- 1) метиловый оранжевый; 2) хромат калия; 3) крахмал; 4)индиго.

10. Масса 0,456 дм<sup>3</sup> пара при 1020С и 83458,5 Па равна 1, 45 г. Плотность паров жидкости по воздуху равна:

- 1) 2,02; 2) 0,99; 3) 3,40; 4) 4,1.

**Задания на установление соответствия**

11.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------|
| <b>Задание</b><br><b>Установите соответствие между хранением реактивов и их классам:</b><br><b>К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из</b><br><b>второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими</b><br><b>буквами.</b> |          |                                          |
| <b>РЕАКТИВЫ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                 |          | <b>КЛАССЫ</b>                            |
| 1. неорганические вещества                                                                                                                                                                                                                                                      |          | а) по катионам                           |
| 2. оксиды, основания, соли                                                                                                                                                                                                                                                      |          | б) простые вещества (металлы, неметаллы) |
| 3. кислоты                                                                                                                                                                                                                                                                      |          | в) по алфавиту                           |
| <b>Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам</b>                                                                                                                                                                                                  |          |                                          |
| <b>А</b>                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Б</b> | <b>В</b>                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                                          |

12.

|                                                                                   |                                                                   |                   |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|
| <b>Задание</b><br><b>Установите соответствие между емкостью и ее назначением.</b> |                                                                   |                   |          |
| <b>ЁМКОСТЬ</b>                                                                    |                                                                   | <b>НАЗНАЧЕНИЕ</b> |          |
| 1. обратный холодильник                                                           | а) постепенное прикапывание раствора                              |                   |          |
| 2. мерный цилиндр                                                                 | б) конденсирование паров и возврат конденсата в реакционный сосуд |                   |          |
| 3. прямой холодильник                                                             | в) составная часть прибора для перегонки                          |                   |          |
| 4. фарфоровая ступка                                                              | г) измельчение твердых веществ                                    |                   |          |
|                                                                                   | д) измерение объема раствора                                      |                   |          |
| <b>Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам</b>    |                                                                   |                   |          |
| <b>А</b>                                                                          | <b>Б</b>                                                          | <b>В</b>          | <b>Г</b> |
|                                                                                   |                                                                   |                   |          |

13.

|                                                                              |                                   |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Установите соответствие между химической посудой и её классификацией.</b> |                                   |
| <b>ПОНЯТИЯ</b>                                                               | <b>УТВЕРЖДЕНИЯ</b>                |
| 1. Пробирка                                                                  | а) посуда общего назначения       |
| 2. Бюретка                                                                   | б) посуда специального назначения |
| 3. Эксикатор                                                                 | в) мерная посуда                  |

|                                                                                |          |          |                      |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------------------|
|                                                                                |          |          | г) фарфоровая посуда |
| <b>Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам</b> |          |          |                      |
| <b>А</b>                                                                       | <b>Б</b> | <b>В</b> |                      |
|                                                                                |          |          |                      |

### Задания на установление последовательности

#### **14. Установить алгоритм последовательности приготовления раствора:**

1. Перенести навеску вещества в колбу.
2. Отмерить мерным цилиндром, вычисленный объём воды.
3. Рассчитать массу твёрдого вещества и объём воды, необходимой для приготовления заданного объёма раствора заданной концентрации.
4. Перелить воду из цилиндра в колбу с навеской вещества.
5. Растворить вещество в воде (с помощью стеклянной палочки или круговыми вращениями).
6. Измерить плотность полученного раствора.
7. Взвесить на весах рассчитанную массу вещества.
8. Записать полученные данные в отчёт.

**Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|

#### **15. Алгоритм приготовления раствора по точной навеске:**

1. Рассчитать необходимую навеску для взвешивания с точностью до 0,0001 г.
2. Взвешенную навеску растворить, количественно перенести в мерную колбу, довести до метки дистиллированной водой и перемешать.
3. Взвесить точную навеску на аналитических весах.

**Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:**

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

**16.**

#### **Задание**

**Прочитайте текст и установите последовательность.**

Определите порядок выполнения капельного качественного анализа

1. Отобрать образец
2. Приготовить стандартный раствор
3. Провести обработку результатов анализа
4. Подготовить к работе бюретку
5. Провести анализ

**Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо:**

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|

### **Задания открытого типа (открытый ответ, без выбора вариантов)**

**17. Прочитайте текст задания. Запишите развёрнутое определение понятия или ответ в виде слова (словосочетания) в зависимости от того, что предполагает вопрос.**

Погрешность, характеризующая разность между измеренным и действительным значениями измеряемой величины?

**18. Прочитайте текст задания. Запишите развёрнутое определение понятия или ответ в виде слова (словосочетания) в зависимости от того, что предполагает вопрос.**

Близость параллельно полученных результатов обозначаемая величиной отклонения полученных результатов от их среднеарифметического значения.

**19. Прочитайте текст задания. Запишите развёрнутое определение понятия или ответ в виде слова (словосочетания) в зависимости от того, что предполагает вопрос.**

Средства измерения погрешности?

**20. Прочитайте текст задания. Запишите развёрнутое определение понятия или ответ в виде слова (словосочетания) в зависимости от того, что предполагает вопрос.**

Как называют грубые погрешности, возникающие при неверных измерениях, расчетах, неправильных записях и т. д.?

### **5.2 Практические задания**

*Последовательность действий выполнения заданий:*

*Практическое задание выполняется письменно либо устно (согласно плану преподавателя).*

*1. Внимательно прочитать текст задания и понять суть вопроса*

*2. Продумать план устного ответа, тезисные формулировки по существу вопроса, логику и полноту/Выполнить письменные ответы кратко и чётко, по существу вопроса.*

**Практическая работа № 1** «ГОСТ Р 8.563-2009 ГСОЕИ «Методики и методы измерений», включая методики количественного химического анализа (МКХА). Методы аналитической химии в анализе нефти и нефтепродуктов, их классификация»

**Практическая работа № 2** «Выбор оптимальных методов измерения с использованием контрольных методик анализа»

**Практическая работа № 3** «Общая характеристика инструментальных (физико-химических) методов анализа»

**Практическая работа № 4** «Подбор методов для качественного анализа нефти и нефтепродуктов

**Практическая работа № 5** «Расчёт погрешности измерительных средств. Контрольные процедуры для контроля погрешности результатов анализа»

### 5.3. Контрольные задачи

1. При какой молярной концентрации хромата натрия начнется выпадение осадка из 0,001 М раствора нитрата свинца?
2. Выпадет ли осадок при сливании 100 мл фильтрата, оставшегося от осаждения иодида свинца, с 200 мл 0,1 М раствора хромата натрия?
3. Вычислить концентрацию ионов серебра в насыщенном растворе хлорида серебра, к 1 л которого прибавлено: а)  $1 \cdot 10^{-4}$  моля KCl; б) 0,1 моля KCl.
4. Вычислить растворимость хлорида серебра в 0,01 М растворе  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .
5. Вычислить окислительно-восстановительный потенциал, если к 15,0 мл 0,20 М раствора  $\text{KMnO}_4$  добавили 50,0 мл 0,10 М раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  при  $\text{pH} = 1$ .

### 6. Примеры оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

#### 6.1 Варианты экзаменационных вопросов:

1. Что называется проботбором? Его виды.
2. Калибровка и поверка измерительных средств
3. Методы анализа химических объектов. Классификация химических веществ.
4. Физико-химические методы анализа, их классификация и краткая характеристика.
5. Сущность гравиметрического анализа. Типы гравиметрических определений. Теория осаждения. Произведение растворимости. Условия образования осадка. Условия растворения осадка. Осаждение. Полнота осаждения.
6. Способы титрования: прямое, обратное, косвенное. Метод пипетирования.
7. Прямые и косвенные электрохимические методы.
8. Приготовление и стандартизация растворов титрантов. Первичный и вторичный стандарт.
9. Высушивание и прокаливание осадка. Взвешивание осадков.
10. Общая характеристика объемных методов анализа. Применение метода. Точность метода.

**Ключи к оценочным материалам по дисциплине  
«Основы аналитической химии и физико-химических методов анализа»**

**5.1. Ответы на тестовые задания**

- 1.2
- 2.3
- 3.1
- 4.2
- 5.1
- 6.1
- 7.1
- 8.2
- 9.1
- 10.4
- 11. БАД
- 12. БДАГ
- 13. АББ
- 14. 37124568
- 15. 132
- 16. 342153
- 17. абсолютная
- 18. воспроизвод
- 19. штангенцир
- 20. промах

**5.2 Ответы на практические задания**

**Практическая работа №1** Методы аналитической химии в анализе нефти и нефтепродуктов, их классификация» **ГОСТ Р 8.563-2009** — национальный стандарт Российской Федерации «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений».

**Стандарт распространяется на методики и методы измерений**, включая методики количественного химического анализа (МКХА), и устанавливает общие положения и требования, относящиеся к разработке, аттестации, стандартизации, применению методик измерений и метрологическому надзору за ними.

**Стандарт не распространяется** на методики измерений, предназначенные для выполнения прямых измерений, то есть методики, в соответствии с которыми искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений. Такие методики измерений вносят в эксплуатационную документацию на средства измерений.

**Практическая работа № 2 Выбор оптимальных методов измерения с использованием контрольных методик анализа** включает несколько этапов:

1. **Предварительный отбор возможных методов решения измерительной задачи.** Выбор метода зависит от измеряемой характеристики. Предпочтительными являются прямые измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из экспериментальных данных.
2. **Выбор метода и средств измерений.** Учитывают данные об анализируемом объекте, полученные на предварительном этапе формулирования измерительной задачи. Рациональное решение должно соответствовать минимальным затратам на измерения при условии выполнения заданных требований к методике, в том числе требований к точности измерений.

3. **Оценивание точности измерений.** Учитывают влияние на точность измерений метрологических характеристик выбранных средств измерений.

4. **Использование контрольных карт.** Они позволяют оценивать динамику прецизионности и правильности выполняемых измерений. Наиболее приемлемы контрольные карты с применением контрольных (стандартных) образцов, которыми могут быть сертифицированные референсные образцы, типичные образцы продукции, характеризующиеся достаточной стабильностью и однородностью, чтобы давать идентичные результаты.

**Практическая работа № 3** Общая характеристика инструментальных (физико-химических) методов анализа включает следующие группы методов:

1. Спектроскопические. Возникают в результате воздействия на определённое вещество квантов электромагнитного излучения. Аналитический сигнал: оптическая плотность, пропускание.

2. Электрохимические. Основаны на воздействии электричеством. Аналитический сигнал: потенциал, ток, оптическая плотность.

3. Хроматографические. В основе метода лежат процессы сорбции и десорбции. Аналитический сигнал: сорбция и десорбция компонентов.

Также к инструментальным методам относят радиометрические, в которых измеряется радиоактивное излучение. К таким методам относят активационный анализ, метод изотопного разбавления и другие.

**Практическая работа № 4** В техническом анализе весьма разнообразных продуктов применяются следующие методы исследования:

-Химические

-Физические

-Физико-химические

-Специальные методы испытания различных эксплуатационных свойств или состава анализируемого продукта.

В основе химических методов анализа лежат типичные приемы качественного и главным образом количественного объемного, газометрического и реже весового методов анализа. Также могут быть использованы современные методы с применением комплексонов.

Физические методы позволяют определить плотность, вязкость, температуру плавления, теплоту сгорания, температуру кипения, температуру замерзания. Применяются различные методы разделения, основанные на применении перегонки, кристаллизации, экстракции, ректификации и других физических методах.

Физико-химические методы основаны на определении изменения физических или физико-химических параметров анализируемого вещества, таких как интенсивности излучения, напряженности его магнитного поля, концентрации каких-либо образующихся частиц и др. В сравнении с классическими химическими методами физико-химические методы отличаются более высокой экономичностью, чувствительностью, универсальностью, быстротой определения, возможностью дистанционного контроля и автоматизации. Они базируются на калометрии, рефрактометрии, нефелометрии, спектроскопии, потенциометрическом титровании, жидкостной и газовой хроматографии.

К группе специальных методов относятся такие методы и способы анализа, которые имитируют обстановку и условия, в которых используется необходимый нефтепродукт, и отслеживают его поведение. В лабораторных условиях чаще используются физико-химические методы анализа.

**Практическая работа № 5** Расчёт погрешности измерительных средств включает определение абсолютной и относительной погрешности. Абсолютную погрешность находят по формулам:  $D = x - m$  или  $D = x_i - m$ , где  $x$  — среднее из измеренных значений величины,  $x_i$  — единичное измерение. Относительную погрешность ( $\epsilon$ ) результата анализа находят, разделив абсолютную погрешность на истинное (действительное) содержание компонента в исследуемом материале.

Контрольные процедуры для контроля погрешности результатов анализа включают сравнение результата контрольного измерения с нормативом контроля (допустимым расхождением). Нормативы контроля рассчитывают с помощью характеристик погрешности методики измерения. Для аттестованных методик эти характеристики уже установлены, для неаттестованных — их необходимо оценить (задать).

Некоторые контрольные процедуры:

-С применением образцов для контроля. Получают результат контрольного измерения аттестованной характеристики образца для контроля и сравнивают его с аттестованным значением. Рассчитывают результат контрольной процедуры и сопоставляют его с нормативом контроля. Если результат контрольной процедуры удовлетворяет условию, процедуру анализа признают удовлетворительной. При несоответствии контрольную процедуру повторяют.

-С применением метода добавок совместно с методом разбавления пробы. Используют при наличии условий для создания проб с введёнными добавками и разбавленных проб, адекватных анализируемым пробам.

-С применением контрольной методики анализа. Используют при наличии в лаборатории другой хорошо опробованной методики, как правило, обладающей более высокой точностью по отношению к контролируемой методике.

### 5.3. Ответы на контрольные задачи

#### 1. Решение.

Составим уравнения диссоциации хромата натрия и нитрата свинца:  $\text{Na}_2\text{CrO}_4 \rightarrow 2\text{Na}^+ + 2\text{CrO}_4^{2-}$   $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{NO}_3^-$

Следовательно, молярные концентрации ионов  $\text{Pb}^{2+}$  и  $\text{CrO}_4^{2-}$  совпадают с молярными концентрациями солей.

Составим уравнение диссоциации хромата свинца:  $\text{PbCrO}_4 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + \text{CrO}_4^{2-}$   $K_{\text{пр}} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{CrO}_4^{2-}] = 1,84 \cdot 10^{-14}$ .

Следовательно,  $[\text{CrO}_4^{2-}] = 4 \text{ PbCrO}_4 / [\text{Pb}^{2+}] = 1,8 \cdot 10^{-14} / 0,001 = 1,8 \cdot 10^{-11}$  моль/л.

$\text{Na}_2\text{CrO}_4 \text{ C} = [\text{CrO}_4^{2-}] = 1,84 \cdot 10^{-11}$  моль/л.

2. Решение.  $\text{PbI}_2 \text{ КР} = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{I}^-]^2 = 1,1 \cdot 10^{-9}$ .

Химическое равновесие в насыщенном растворе  $\text{PbI}_2$  описывается уравнением  $\text{PbI}_2 \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^-$ . Если растворимость  $\text{PbI}_2$  равна  $x$  моль/л, то  $[\text{Pb}^{2+}] = x$  моль/л, а  $[\text{I}^-] = 2x$  моль/л. Следовательно,  $\text{PbI}_2 \text{ КР} = x \cdot (2x)^2 = 4x^3 = 1,1 \cdot 10^{-9}$ ;  $x = \sqrt[3]{1,1 \cdot 10^{-9} / 4} = 6,5 \cdot 10^{-4}$  моль/л.

После сливания растворов объем составит  $V = 100 + 200 = 300$  мл, а концентрация ионов  $\text{Pb}^{2+}$  уменьшится:  $\text{PbI}_2 \text{ C} = 6,5 \cdot 10^{-4} \cdot 100 / 300 = 2,17 \cdot 10^{-4}$  моль/л.

Соответственно уменьшится и концентрация иона  $\text{CrO}_4^{2-}$ :  $2 \text{ CrO}_4^{2-} \text{ C} = 0,1 \cdot 200 / 300 = 0,067$  моль/л.

Для ответа на вопрос о возможности выпадения осадка найдем произведение концентраций (ПС) ионов  $\text{Pb}^{2+}$  и  $\text{CrO}_4^{2-}$  и сравним полученное значение с  $\text{PbCrO}_4 \text{ КР} = 1,8 \cdot 10^{-14}$ :  $\text{ПС} = 2,17 \cdot 10^{-4} \cdot 0,067 = 1,45 \cdot 10^{-5} > 1,8 \cdot 10^{-14}$ . Следовательно, осадок выпадет.

#### 3. Решение.

а) Хлорид-ионы образуются при диссоциации хлорида серебра и при диссоциации хлорида калия. Тогда будем иметь:  $[\text{Ag}^+] \cdot ([\text{Cl}^-]_{\text{AgCl}} + [\text{Cl}^-]_{\text{KCl}}) = \text{ПА}_{\text{AgCl}} = 1,56 \cdot 10^{-10}$

Так как  $[Ag^+] = [Cl^-]AgCl$ , то  $[Ag^+]^2 + [Cl^-]KCl \cdot [Ag^+] - 1,56 \cdot 10^{-10} = 0$

Подставляя значение концентрации  $KCl$  и решая квадратное уравнение, получим:  $[Ag^+] = -10^{-4/2} + \sqrt{8 \cdot 10^{-10} / 56,1 \cdot 10^{-4}} = 1,54 \cdot 10^{-6}$  моль/л.

б) В данном случае значение  $[Cl^-]KCl$  существенно превышает 9 величину  $[Cl^-]AgCl$ , поэтому величиной  $[Cl^-]AgCl$  можно пренебречь.

Тогда будем иметь  $[Ag^+] \cdot [Cl^-]KCl = P_{AgCl} = 1,56 \cdot 10^{-10}$ ;  $[Ag^+] = P_{AgCl} / [Cl^-]KCl = 1,56 \cdot 10^{-10} / 0,1 = 1,56 \cdot 10^{-9}$  моль/л. 1.5. Расчет растворимости осадка в присутствии разноименных ионов (солевой эффект)

4. Решение. При решении данной задачи необходимо учитывать солевой эффект.

Запишем ПР с  $AgCl$  учетом коэффициентов активности:  $P_{AgCl} = a_{Ag^+} \cdot a_{Cl^-} \cdot f_{\pm}$ .

Если обозначить концентрацию хлорида серебра через  $x$  моль/л, то можно записать ПР  $f_{\pm}$ .

$a_{Ag^+}^2 a_{Cl^-} = x \cdot \dots$

Для нахождения коэффициентов активности рассчитаем ионную силу 0,1 моль/л раствора  $Ca(NO_3)_2$ .

Запишем уравнение диссоциации нитрата кальция:  $Ca(NO_3)_2 = Ca^{2+} + 2 NO_3^-$   
Следовательно,  $C(Ca^{2+}) = C(Ca(NO_3)_2)$   $C(NO_3^-) = 2 C(Ca(NO_3)_2)$

Таким образом,  $I = 1/2 \sum (C_i \cdot z_i^2) = 1/2 (0,01 \cdot 2^2 + 0,02 \cdot 1^2) = 0,03$  моль/л.

Коэффициент активности рассчитаем по формуле.

Рассчитанная величина  $f_{\pm} = 0,771$  для однозарядных ионов  $Ag^+$  и  $Cl^-$  совпадает.

Следовательно,  $x = P_{\pm} / f_{\pm} = 10^{-7,81} / 0,771 = 1,73 \cdot 10^{-5}$  моль/л

5. Решение. При смешении растворов протекает реакция (см. пример 10).

Потенциал раствора после смешения будет определяться веществом, которое находится в избытке.

Рассчитаем количество вещества (моль-экв) в обоих растворах:  $n(1/5 KMnO_4) = 15,0 \cdot 10^{-3} \cdot 0,20 \cdot 5 = 15,0 \cdot 10^{-3}$  моль-экв;  $n(1/2 Na_2SO_3) = 50,0 \cdot 10^{-3} \cdot 0,10 \cdot 2 = 10,0 \cdot 10^{-3}$  моль-экв. В избытке находится  $KMnO_4$ .

После протекания реакции в растворе будет содержаться  $n(1/5 - MnO_4^-) = 15,0 \cdot 10^{-3} - 10,0 \cdot 10^{-3} = 5,0 \cdot 10^{-3}$  моль-экв  $\rightarrow n(-MnO_4^-) = 1,0 \cdot 10^{-3}$  моль;  $n(1/5 Mn^{2+}) = 10,0 \cdot 10^{-3}$  моль-экв  $\rightarrow n(Mn^{2+}) = 2,0 \cdot 10^{-3}$  моль.

Объем раствора после смешения составит  $15,0 + 50,0 = 65,0$  мл  $= 65 \cdot 10^{-3}$  л.

Рассчитаем концентрации ионов:  $C(-MnO_4^-) = 1,0 \cdot 10^{-3} / 65 \cdot 10^{-3} = 0,0154$  моль/л;  $C(Mn^{2+}) = 2,0 \cdot 10^{-3} / 65 \cdot 10^{-3} = 0,0308$  моль/л;  $C(H^+) = 10^{-pH} = 10^{-1} = 0,1$  моль/л.

Рассчитаем окислительно-восстановительный потенциал раствора:  $E = E^0 - 2 + 4 MnO_4^- / Mn^{2+} + 0,059/5 \cdot \lg ([MnO_4^-] / [Mn^{2+}]) = 1,51 + 0,059/5 \cdot \lg(0,0154 \cdot (0,1)^8 / 0,0308) = 1,49$  В.

## 6.1 Ответы на вопросы к экзамену

1. Пробоотбор — это операция, при которой происходит отбор достаточного количества представительной части исследуемого материала (объекта), состав и свойства которой идентичны составу и свойствам материала как целого. Виды пробоотборников:

-Донный. Предназначен для сбора проб нефтепродуктов с самого дна резервуара.

-Зональный. Позволяет брать пробы на разных уровнях резервуара, с возможностью точечного выбора места отбора.

-Автоматический. Функционирует по заранее установленным настройкам, управляемым оператором, обеспечивая автоматизированный процесс отбора проб.

2. Калибровка средства измерений — совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.

Калибровка измерительных приборов заключается в установлении зависимости между показаниями прибора и размером измеряемой (входной) величины. Под калибровкой часто понимают процесс подстройки показаний выходной величины или индикации измерительного инструмента до достижения согласования между эталонной величиной на входе и результатом на выходе (с учётом оговоренной точности). Например, калибровкой

медицинского термометра, показывающего в ванне с температурой 36,6°C результат на дисплее 36,3°C будет добавление 0,3°C. При этом неважно, будет ли эта величина внесена в память прибора или написана на приклеенной к термометру бумаге.

**3. Методы анализа химических объектов можно разделить на три большие группы:**

**Химические методы.** Основаны на химических реакциях с наглядным внешним эффектом — выделением газа, выпадением осадка, изменением окраски. К ним относятся гравиметрический (весовой) анализ, титриметрический (объемный) анализ, газовольнометрический анализ.

**Физические методы.** Основаны на изучении физических свойств вещества при помощи приборов.

К ним относятся спектральные, ядерно-физические методы анализа, рентгеноструктурный анализ.

**Физико-химические методы** основаны на измерении физико-химических свойств вещества, изменяющихся в результате химической реакции. Н

апример, потенциометрия — изменение электродного потенциала, кондуктометрия — изменение

электропроводности и другие.

Классификация химических веществ по характеру анализируемого материала включает анализ неорганических и органических веществ. Такое разделение обусловлено тем, что методы анализа этих классов веществ отличаются

**4. Физико-химические методы анализа (ФХМА)** основаны на использовании химических реакций, сопровождающихся изменением физических свойств анализируемой системы, таких как окраска, прозрачность, изменение величины электро- и теплопроводности, оптической плотности, показателя преломления и др.. Фиксирование окончания таких реакций производится с помощью приборов, поэтому эти методы называются также инструментальными.

Классификация ФХМА в зависимости от используемых свойств:

**Спектральные и другие оптические методы.** Основаны на измерении оптических свойств анализируемых систем (спектров излучения, рассеивания и поглощения). Например, фотометрия (фотоэлектроколориметрия) основана на измерении интенсивности светового потока, прошедшего через окрашенный раствор.

**Электрохимические методы.** Основаны на измерении различных электрических параметров исследуемого вещества, таких как электропроводность (кондуктометрия), разность потенциалов (потенциометрия), количества электричества, прошедшего через раствор (кулонометрия), зависимости величины тока от приложенного потенциала (вольт-амперометрия). **Хроматографические методы.** Основаны на избирательном поглощении (адсорбции) отдельных компонентов анализируемой смеси различными адсорбентами. В группу хроматографических методов анализа входят методы газовой и газожидкостной хроматографии, распределительной, тонкослойной, адсорбционной, ионообменной и других видов хроматографии.

Краткая характеристика некоторых групп ФХМА:

- **Спектральные методы** основаны на измерении оптических свойств и различных эффектов, наблюдаемых при взаимодействии вещества с электромагнитным излучением.
- **Электрохимические методы** используют электрохимические характеристики систем (потенциал электрода, диффузионный ток, электропроводность раствора, количество электричества, пошедшее на электродную реакцию).
- **Хроматографические методы** основаны на использовании сорбции в динамических условиях, применяются для разделения и анализа однородных многокомпонентных смесей.

**5. Гравиметрический анализ** — это метод количественного химического анализа, основанный на точном измерении массы определяемого вещества или его составных частей, выделяемых в виде соединений точно известного постоянного состава.

Типы гравиметрических определений:

- Методы осаждения основаны на осаждении определяемого компонента в виде малорастворимого химического соединения, фильтровании, прокаливании до постоянной массы и последующем определении массы полученного вещества.
- Методы отгонки основаны на отгонке определяемого компонента в виде летучего соединения с последующим определением массы отогнанного вещества (прямое определение) или массы остатка (косвенное определение).
- Методы выделения основаны на количественном выделении определяемого компонента из анализируемого раствора путём химической реакции с последующим определением массы выделенного вещества.

Осаждение — важнейшая операция гравиметрического анализа. Цель этого этапа — перевод определяемого компонента в определённое химическое соединение, удобное для определения весовым способом. Для этого необходимо использовать химическое вещество, которое называется осадителем.

Произведение растворимости (ПР) — для количественного анализа выбирают соединения, произведение растворимости которых не превышает  $1 \cdot 10^{-8}$ .

Условия образования осадка: в процессе образования осадка различают три основных параллельно протекающих процесса: образование зародышей кристаллов, рост кристаллов и объединение хаотично ориентированных мелких кристаллов.

Полнота осаждения обычно контролируется добавлением небольшого количества осадителя в прозрачный раствор над отстоявшимся осадком до фильтрования.

## 6. Способы титрования:

**Прямое титрование.** К определённому объёму раствора определяемого компонента по каплям приливают из бюретки стандартный раствор титранта. Окончание реакции узнают по изменению окраски индикатора или другим способом. **Косвенное титрование.** К определённому объёму анализируемого раствора прибавляют избыток вспомогательного реагента произвольного объёма. Он реагирует с определяемым компонентом с выделением эквивалентного количества нового вещества — заместителя, которое оттитровывают раствором титранта. **Обратное титрование** (титрование по остатку). К определённому объёму раствора определяемого компонента приливают точно измеренный объём стандартного раствора, взятый в избытке. Остаток не вошедшего в реакцию стандартного раствора оттитровывают раствором титранта. 2

**Метод пипетирования.** Навеску анализируемого вещества растворяют в мерной колбе, раствор разбавляют до метки и тщательно перемешивают. Пипеткой отбирают отдельные порции раствора, содержащие определённую (аликвотную) часть навески, и титруют их. Метод пипетирования более быстрый и менее трудоёмкий, однако и менее точный, чем метод отдельных навесок.

7. Прямые электрохимические методы используют зависимость силы тока (потенциала и т. д.) от концентрации определяемого компонента.

Косвенные электрохимические методы измеряют силу тока (потенциал и т. д.) с целью нахождения конечной точки титрования определяемого компонента подходящим титрантом. То есть используют зависимость измеряемого параметра от объёма титранта.

## 8. Приготовление растворов титрантов:

Первичные стандартные растворы готовят растворением точной навески вещества (первичного стандарта) в определённом объёме растворителя (в мерной посуде). Концентрацию таких растворов рассчитывают по результатам взвешивания.

Под стандартизацией понимают установление точной концентрации раствора титранта с относительной погрешностью, не превышающей  $\pm 0,1\%$ . Для стандартизации применяют

специальные установочные вещества — первичные стандарты. Они должны иметь состав, точно отвечающий химической формуле, быть устойчивыми на воздухе и иметь по возможности большую молярную массу эквивалента.

Нередко для целей стандартизации используют вторичные стандарты, в качестве которых выступают титрованные растворы веществ, способных взаимодействовать с титрантом.

**9.** Высушивание и прокаливание осадка позволяют получить вещество со строго определённым химическим составом. Для высушивания воронку с осадком закрывают фильтровальной бумагой и помещают в сушильный шкаф. При этом полное высушивание осадка нежелательно, так как при складывании сухих фильтров с осадком возможны потери осадка в виде мелкой пыли. Слегка влажный фильтр легче укладывать в фарфоровый тигель. Прокаливание проводят следующим образом: в доведённый до постоянной массы тигель помещают фильтр с осадком, тигель ставят в фарфоровый треугольник, помещённый на кольцо штатива, и медленно нагревают в муфельной печи. Когда вся влага удалена, увеличивают нагрев, чтобы фильтр постепенно обугливался. Он не должен загораться, иначе пламя может унести частицы вещества. Когда бумага полностью превратится в уголь, приступают к её выжиганию и прокаливанию осадка при той температуре и в течение того времени, которое указано в методике.

После прокаливания тигель охлаждают в эксикаторе до температуры весовой комнаты, взвешивают и повторяют прокаливание и взвешивание до достижения постоянной массы тигля с осадком. Постоянная масса считается достигнутой тогда, когда разность между предыдущей и последующей массой составляет 0,0001–0,0002 г.

Взвешивание осадков производят на аналитических весах и проводят, согласно методике, необходимые расчёты. Результаты расчётов записывают в журналы.

**10.** Объёмный (титриметрический) анализ — метод количественного химического анализа, основанный на точном измерении объёмов растворов реагирующих между собой веществ.

Общая характеристика: основной операцией является титрование — постепенное приливание одного раствора к точно известному объёму другого вещества до точки эквивалентности. Точкой эквивалентности считают момент титрования, в который всё вещество из раствора в колбе прореагирует.

Применение: титриметрический метод анализа используется для определения неорганических и органических веществ. Титрование можно проводить в водных и неводных средах.

Точность метода: относительная погрешность составляет 0,1–0,01%.