

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**Б1.В.02**  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Аналитическая химия (спец.курс)**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)

Рациональное использование энергетических и сырьевых ресурсов

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр                                      | 5          | Итого      |
|--|------------|------------|
| Форма контроля                               | экзамен    |            |
| Вид занятий                                  |            |            |
| Лекции                                       | 36         | 36         |
| Лабораторные                                 | 36         | 36         |
| Практические                                 |            |            |
| Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР |            |            |
| Промежуточная аттестация                     | 0,35       | 0,35       |
| Контактная работа                            | 72,35      | 72,35      |
| Самостоятельная работа                       | 72         | 72         |
| Контроль                                     | 35,65      | 35,65      |
| <b>Итого</b>                                 | <b>180</b> | <b>180</b> |

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.х.н. Григорьева О.Б.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

---

Срок действия рабочей программы дисциплины до «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Химическая технология и ресурсосбережение»

---

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*(подпись)*

М.В. Кравцова  
*(И.О. Фамилия)*

УТВЕРЖДЕНО

На заседании центра медицинской химии

(протокол заседания № 3 от «19» сентября 2019 г.).

### 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование понимания теоретических основ и общей методологии получения информации о составе и природе вещества.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Высшая математика», «Аналитическая химия».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Аналитический контроль качества сырья и продукции», «Физико-химические методы анализа», «Физическая химия», «Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг», «Экологическая экспертиза», «Экологический производственный контроль», «Хроматографические методы анализа», «Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР».

### 3. Планируемые результаты обучения

| Формируемые и контролируемые компетенции<br>(код и наименование)  | Индикаторы достижения компетенций<br>(код и наименование) | Планируемые результаты обучения  |
|---|---|--|
| ПК-3. Способность использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред |   | Знать:<br>– информацию по теории и практике химического анализа из источников за предыдущие 3-5 лет по соответствующей теме выполняемой работы;<br>– статистические методы обработки результатов научных исследований; |
|   |   | Уметь:<br>– работать с учебной, научной и технической литературой<br>– обрабатывать результаты эксперимента с применением стандартных компьютерных программ  |
|   |   | Владеть:<br>– компьютерной техникой<br>– программами обработки экспериментальных данных  |
| ПК-14. Способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства   |   | Знать:<br>– теоретические основы современных аналитических методов и области их применения;<br>– области применения современного лабораторного оборудования.   |

| <b>Формируемые и контролируемые компетенции</b><br>(код и наименование) | <b>Индикаторы достижения компетенций</b><br>(код и наименование) | <b>Планируемые результаты обучения</b>   |
|---|--|--|
| В научно-исследовательской работе                                       |  | <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– правильно определять аналитическую задачу;</li> <li>– выполнять анализ по соответствующей методике.</li> <li>– анализировать полученные результаты исследований с целью установления выполнения поставленных задач и достижения цели</li> </ul> |
|   |  | <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– техникой инструментальных методов анализа</li> <li>– общей методологией получения информации о составе и природе вещества;</li> <li>– компьютерными программами для оформления отчетов и презентаций по полученным результатам</li> </ul>     |

#### 4. Структура и содержание дисциплины

| Модуль<br>(раздел)   | Вид<br>учебной работы           | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)   | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|--|---------------------------------|--|---------|--------------|-------|----------------|--|
| Модуль 1.<br>Химические<br>методы<br>решения<br>аналитических<br>задач | Лекция 1 (Лек 1)                | Химические методы анализа, классификация, информативность методов, области применения.   | 5       | 2            |       | -              |  |
|  | Лекция 2 (Лек 2)                | Окислительно-восстановительные методы в техническом анализе  | 5       | 2            |       | -              |  |
|  | Лабораторное занятие 1 (Лаб 1)  | Приготовление водных растворов реагентов, необходимых для выполнения экспериментальной части                                       | 5       | 4            | 8     | -              | Отчет по лабораторной работе №1  |
|  | Самостоятельная работа 1 (Ср 1) | Проработка тем лекционных занятий, работа с учебной литературой, подготовка к отчетам по лабораторным работам                      | 5       | 30           |       | -              |  |
|  | Лекция 3 (Лек 3)                | Гибридные методы в техническом анализе сырьевых материалов (неорганические вещества)   | 5       | 2            |       | -              |  |
|  | Лекция 4 (Лек 4)                | Гибридные методы в техническом анализе сырьевых материалов (органические вещества)   | 5       | 2            |       | -              |  |
|  | Лабораторное занятие 2 (Лаб 2)  | Определение содержания серной кислоты в концентрированном растворе кислотнo-основным и окислительно-восстановительным титрованием. | 5       | 4            | 8     | -              | Отчет по лабораторной работе №2  |
|  | Лекция 5 (Лек 5)                | Аттестация аналитических лабораторий. Требования, предъявляемые к аттестованным методикам анализа.                                 | 5       | 2            |       | -              |  |

| Модуль<br>(раздел)  | Вид<br>учебной работы           | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)  | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|---|---------------------------------|---|---------|--------------|-------|----------------|--|
|   | Лекция 6 (Лек 6)                | Оценка метрологических характеристик результатов анализа, полученных гибридными методами  | 5       | 2            |       | -              |  |
|   | Лабораторное занятие 3 (Лаб 3)  | Анализ монетных сплавов. Определение содержания Fe – Ni – Cu (Pb, Ag, Sn)   | 5       | 4            | 8     | -              | Отчет по лабораторной работе №3  |
|   | Лекция 7 (Лек 7)                | Оценка метрологических характеристик результатов анализа, полученных гибридными методами.   | 5       | 2            |       | -              |  |
|   | Лекция 8 (Лек 8)                | Химические сенсоры. Требования к ним, практическое применение   | 5       | 2            |       | -              |  |
| Модуль 2.<br>Физико-химические методы решения аналитических задач | Лабораторное занятие 4 (Лаб 4)  | Потенциометрический метод анализа. Определение кислот, оснований, солей в водных растворах прямой потенциометрией и титрованием                             | 5       | 4            | 8     | -              | Отчет по лабораторной работе №4  |
|   | Лекция 9 (Лек 9)                | Физико-химические методы анализа. Классификация методов. Аналитический сигнал.  | 5       | 2            |       | -              |  |
|   | Самостоятельная работа 2 (Ср 2) | Проработка тем лекционных занятий, работа с учебной литературой, подготовка к отчетам по лабораторным работам, к коллоквиуму, контрольной работе и экзамену | 5       | 42           |       | -              |  |
|   | Лекция 10 (Лек 10)              | Оптические методы анализа. Теоретические основы атомной спектроскопии. Области практического применения.  | 5       | 2            |       | -              |  |

| Модуль<br>(раздел) | Вид<br>учебной работы             | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)   | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы          | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|--------------------|-----------------------------------|--|---------|--------------|----------------|----------------|--|
|                    | Лабораторное<br>занятие 5 (Лаб 5) | Экспертиза лекарственного препарата<br>на соответствие по качественному и<br>количественному составу.  | 5       | 4            | 8              | -              | Отчет по<br>лабораторной<br>работе №5                                  |
|                    | Лекция 11 (Лек<br>11)             | Атомно-абсорбционная<br>спектроскопия. Количественный<br>анализ объектов исследования.   | 5       | 2            |                | -              |  |
|                    | Лекция 12 (Лек<br>12)             | Атомно-эмиссионная спектроскопия<br>– многоэлементный анализ.<br>Применение в металлургии.   | 5       | 2            |                | -              |  |
|                    | Лабораторное<br>занятие 6 (Лаб 6) | Сравнительная характеристика двух<br>методов качественного и<br>количественного анализа объекта  | 5       | 4            | 8              | -              | Отчет по<br>лабораторной<br>работе №6                                  |
|                    | Лекция 13 (Лек<br>13)             | Методы молекулярной оптической<br>спектроскопии.<br>Спектрофотометрическое титрование.<br>Области применения.  | 5       | 2            |                | -              |  |
|                    | Лекция 14 (Лек<br>14)             | Оптические сенсоры, их применение<br>в производственном аналитическом<br>контроле качества сырья, продукции,<br>в контроле технологического<br>процесса. | 5       | 2            |                | -              |  |
|                    | Лабораторное<br>занятие 7 (Лаб 7) | Спектрофотометрическое титрование<br>объекта на содержание основного<br>компонента.<br>Коллоквиум  | 5       | 4            | 19<br>(8 + 12) | -              | Отчет по<br>лабораторной<br>работе №7<br>Коллоквиум                    |
|                    | Лекция 15 (Лек<br>15)             | Гибридные методы анализа: ВЭЖХ -<br>УФ-спектроскопия. ИКС -<br>тонкослойная хроматография.   | 5       | 2            |                | -              |  |

| Модуль<br>(раздел) | Вид<br>учебной работы          | Наименование тем занятий<br>(учебной работы)   | Семестр | Объем,<br>ч. | Баллы      | Интерактив, ч. | Формы текущего<br>контроля<br>(наименование<br>оценочного<br>средства) |
|--------------------|--------------------------------|--|---------|--------------|------------|----------------|--|
|                    | Лекция 16 (Лек 16)             | Ядерно-магнитный резонанс. Теоретические основы. Области применения  | 5       | 2            |            | -              |  |
|                    | Лабораторное занятие 8 (Лаб 8) | ИК – и УФ - спектроскопии в идентификации вещества.  | 5       | 4            | 8          | -              | Отчет по лабораторной работе №8  |
|                    | Лекция 17 (Лек 17)             | Масс – спектрометрия. Структурный анализ. Рентгено-флуоресцентный анализ.  | 5       | 2            |            | -              |  |
|                    | Лекция 18 (Лек 18)             | Электрохимические методы анализа. Классификация. Гибридные методы в техническом анализе<br>Электрохимические сенсоры | 5       | 2            |            | -              |  |
|                    | Лабораторное занятие 9 (Лаб 9) | Контрольная работа по теме «Инструментальные методы анализа»   | 5       | 2            | 25         | -              | Контрольная работа «Инструментальные методы анализа»                   |
|                    | Промежуточная аттестация (ПА)  | Промежуточная аттестация   | 5       | 0,35         |            | -              |  |
|                    | Контроль                       | Контроль   | 5       | 35,65        |            | -              |  |
|                    | Итоговый тест (ТИ)             | Итоговый тест  |         | 2            | 100        | -              | Итоговый тест, вопросы № 1-300   |
| <b>Итого:</b>      |                                |  |         | <b>180</b>   | <b>200</b> |                |  |

**Схема расчета итогового балла балла**  $\ll (\text{Сумма} + T_{\text{ср}}) / 2 \gg$  - сумма баллов по всем учебным мероприятиям, предусмотренным в курсе + среднее арифметическое по всем промежуточным тестам, проводимым через ОТ.



## **5. Образовательные технологии**

При реализации дисциплины используется технология традиционного обучения, в данном случае основанная на следующих формах обучения: лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа. На лекциях в основном используются наглядные и словесные методы обучения, на лабораторных занятиях, дополнительно, практические навыки работы в химической лаборатории.

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

### **Модуль 1**

#### **Химические методы решения аналитических задач**

**Темы лекционных занятий:** Химические методы анализа, классификация, информативность методов, области применения. Окислительно-восстановительные методы в техническом анализе. Гибридные методы в техническом анализе сырьевых материалов (неорганические вещества). Гибридные методы в техническом анализе сырьевых материалов (органические вещества). Аттестация аналитических лабораторий. Требования, предъявляемые к аттестованным методикам анализа. Оценка метрологических характеристик результатов анализа, полученных гибридными методами. Химические сенсоры. Требования к ним, практическое применение.

**Темы лабораторных работ:** Приготовление водных растворов реагентов, необходимых для выполнения экспериментальной части. Определение содержания серной кислоты в концентрированном растворе кислотным и окислительно-восстановительным титрованием. Анализ монетных сплавов. Определение содержания Fe – Ni – Cu (Pb, Ag, Sn).

**Изучив данный модуль студент должен:** сформировать представление о состоянии современного химического анализа в решении задач технического контроля

**Знать:** возможности и ограничения химических методов анализа неорганических и органических объектов

**Уметь:** подбирать и реализовывать методики химического анализа различных объектов, подбирать оптимальные условия химического определения компонентов

**Владеть:** методами химического анализа, способами оценки погрешностей результатов измерения

#### **Методические рекомендации по изучению темы:**

При освоении темы необходимо:

– Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей

– Сформировать понимание возможностей химических методов анализа различных технических объектов

– Ответить на контрольные вопросы:

Сформулируйте цели и задачи аналитической химии. Поясните, что собой представляет аналитический цикл, на каком этапе исследования он разрабатывается?

В чем состоит информативность метода анализа? Приведите примеры.

Что включает в себя общая методология решения аналитических задач?

Поясните, в чем суть аналитического подхода для решения аналитической задачи?

Стандарты для процедур и измерений в аналитической лаборатории.

Обозначьте будущие пути развития аналитической химии.

Аналитические характеристики. Предел обнаружения вещества. Предельное разбавления

Дайте определение абсолютной и относительной, случайной и систематической ошибкам.

Поясните на примерах, что характеризует правильность и воспроизводимость измерений.

Назовите способы осуществления титриметрических методов анализа и запишите расчетные формулы для обработки результатов эксперимента.

Фиксирование КТТ в кислотно-основном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.

Охарактеризуйте индикаторные ошибки в кислотно – основном титровании, их количественную величину?

Фиксирование КТТ в окислительно - восстановительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.

Фиксирование КТТ в комплексонометрическом титровании, принцип действия металлоиндикаторов.

Фиксирование КТТ в осадительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.

Рассмотрите расчетные формулы в титриметрии при прямом, обратном титровании и . при титровании по замещению.

Метрологические характеристики химического анализа. Регрессивный анализ. Определение параметров линейных уравнений.

Расчет линейного градуировочного графика  $y = bx$ .

Расчет линейного градуировочного графика  $y = a + bx$ . Оценка значимости коэффициента  $a$ .

Сравнение двух средних. Критерий Фишера

Определение наличия грубых промахов при анализе экспериментальных данных.

## Модуль 2

### Физико-химические методы решения аналитических задач

**Темы лекционных занятий:** Физико-химические методы анализа. Классификация методов. Аналитический сигнал. Оптические методы анализа. Теоретические основы атомной спектроскопии. Области практического применения. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Количественный анализ объектов исследования. Атомно-эмиссионная спектроскопия – многоэлементный анализ. Применение в металлургии. Методы молекулярной оптической спектроскопии. Спектрофотометрическое титрование. Области применения. Оптические сенсоры, их применение в производственном аналитическом контроле качества сырья, продукции, в контроле технологического процесса. Гибридные методы анализа: ВЭЖХ - УФ-спектроскопия. ИКС - тонкослойная хроматография. Ядерно-магнитный резонанс. Теоретические основы. Области применения. Масс – спектрометрия. Структурный анализ. Рентгено-флуоресцентный анализ. Электрохимические методы анализа. Классификация. Гибридные методы в техническом анализе Электрохимические сенсоры

**Темы лабораторных занятий:** Потенциометрический метод анализа. Определение кислот, оснований, солей в водных растворах прямой потенциометрией и титрованием. Экспертиза лекарственного препарата на соответствие по качественному и количественному составу. Сравнительная характеристика двух методов качественного и количественного анализа объекта. Спектрофотометрическое титрование объекта на содержание основного компонента. ИК – и УФ - спектроскопии в идентификации вещества.

По темам модуля предусмотрен коллоквиум и контрольная работа по теме «Инструментальные методы анализа»

**Изучив данный модуль студент должен:** сформировать представление о состоянии современного физико-химического анализа в решении задач технического контроля

**Знать:** возможности и ограничения физико-химических методов анализа неорганических и органических объектов

**Уметь:** подбирать и реализовывать методики физико-химического анализа различных объектов, подбирать оптимальные условия определения компонентов

**Владеть:** методами физико-химического анализа, способами оценки погрешностей результатов измерения

### **Методические рекомендации по изучению темы:**

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей

- Сформировать понимание возможностей химических методов анализа различных технических объектов

- Ответить на контрольные вопросы:

Какие бывают атомные спектры? Какие вы знаете источники возбуждения?

Интенсивность спектральных линий. Уравнение Ломакина - Шайбе.

Что такое методы трех эталонов, одного эталона? Как их применяют в количественном анализе. Поясните на примерах.

В чем сущность колориметрического, фотометрического и спектрофотометрического методов анализа?

Назовите основные узлы приборов для анализа по светопоглощению. Каково назначения каждого из этих узлов?

Назвать особенности спектрофотометрии в ультрафиолетовой области спектра.

Закон Ламберта – Бугера – Бера. Ограничения и условия применимости закона

Применение метода градуировочного графика и метода добавок в количественном анализе.

Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем титранта ( $A - V$ ) и приведите пример для случая, когда определяемый компонент и титрант не поглощают, а продукт реакции поглощает, когда определяемый компонент поглощает, а титрант и продукт реакции не поглощают, когда определяемый компонент и продукт реакции не поглощают, а титрант поглощает, когда определяемый компонент и титрант поглощают, а продукт реакции не поглощает свет.

На чем основан качественный анализ по поглощению в инфракрасной области спектра?

Что такое функциональные группы? Как проводят идентификацию функциональных групп с помощью ИК-спектра?

Кондуктометрический анализ. Удельная и эквивалентная электрическая проводимость, их взаимосвязь.

Укажите, какие факторы влияют на электрическую проводимость.

Укажите достоинства и недостатки применения прямой кондуктометрии.

Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильной и слабой кислот при совместном присутствии сильным основанием? Укажите, при каком условии кислоты будут титроваться дифференцированно? Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильного и слабого оснований при совместном присутствии сильной кислотой? Укажите, при каком условии компоненты будут титроваться

дифференцированно? Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу осаждения? Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу комплексонометрии?

Потенциометрические методы анализа. Приведите принципиальную схему установки для потенциометрического титрования.

Прямая потенциометрия. Ионоселективные электроды, поясните принцип их устройства. Приведите примеры применения ионоселективных электродов в количественном анализе.

Укажите индикаторные электроды, которые используют при потенциометрическом титровании с использованием реакций кислотно-основного взаимодействия, с использованием реакций комплексообразования, с использованием реакций окисления – восстановления.

Каким образом определяют доверительный интервал среднего значения найденной величины, что он характеризует и как используется для обнаружения систематической ошибки метода?

Что характеризует коэффициент Стьюдента  $t_f$ ? От каких факторов зависит величина  $t$  – коэффициента?

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

| Семестр | Код контролируемой компетенции<br>(или ее части) | Наименование<br>оценочного средства  |
|---------|--|--|
| 5       | ПК-3; ПК-14                                      | Отчеты по лабораторным работам 1-8<br>Вопросы к коллоквиуму (экзамену)<br>Контрольная работа<br>Вопросы к тестированию № 1-300 |

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Контрольная работа по теме «Инструментальные методы анализа»

##### Типовой пример заданий для контрольной работы

##### Вариант 1.

1. *Абсорбционная спектроскопия.* Определить оптическую плотность растворов, коэффициент пропускания которых равен а) 78,5%; б) 0,087.

2. *Атомно-абсорбционный анализ.* Животную ткань массой 0,18 г сожгли в муфельной печи, к остатку, растворенному в HCl добавили раствор соли лантана до 6,00 мл (устранение влияния ионов  $\text{PO}_4^{3-}$ ). Отобрали четыре аликвоты равного объема, к трем из которых добавили стандартный раствор соли кальция. Концентрации добавок составили 2,0; 4,0 и 8,0 мкг/мл Са. Определите концентрацию кальция в мг на кг животной ткани графическим способом по методу добавок, если получены следующие значения оптической плотности:  $A_{x/2} = 0,050$ ;  $A_{(x+c1)/2} = 0,116$ ;  $A_{(x+c2)/2} = 0,185$ ;  $A_{(x+c3)/2} = 0,320$ .

3. *Кондуктометрия.* При определении содержания кислорода в органических соединениях, его количественно переводят в углекислый газ, который затем поглощается раствором щелочи, находящимся в электролитической ячейке. О содержании углекислого газа (а значит и кислорода) судят по уменьшению электрической проводимости раствора щелочи. Для стандартных растворов с известным содержанием кислорода уменьшение проводимости составило:

|                                |     |     |     |     |      |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| $\text{mO}_2$ в образце, мкг   | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 |
| $\Delta\kappa \cdot 10^6$ , См | 80  | 150 | 220 | 285 | 355  |

Методом абсолютной градуировки определите процентное содержание кислорода в образце соединения массой 2,299, если для него уменьшение проводимости составило  $300 \cdot 10^6$  См.

4. *Потенциометрия.* Постройте интегральную и дифференциальную кривые титрования 10,00 мл раствора уксусной кислоты раствором 0,1000 М КОН по следующим результатам титрования:

|                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $V_{\text{КОН}}$ , мл | 10,00 | 13,00 | 14,00 | 14,50 | 14,90 | 15,00 | 15,10 | 15,50 | 16,00 |
| pH                    | 5,05  | 5,56  | 5,88  | 6,19  | 6,92  | 8,82  | 10,59 | 11,29 | 11,58 |

Определите молярную концентрацию раствора уксусной кислоты.

5. *Полярография и амперометрия.* Начертите поляризационную кривую и охарактеризуйте ее отдельные участки. Приведите уравнение полярографической волны. Используя справочные данные, предложите подходящие условия (потенциал, фоновый электролит) для полярографического определения компонентов смеси  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$ .

### **Критерии оценки:**

Каждая контрольная содержит 5 задач, каждая задача оценивается по пятибалльной системе (5 – задача выполнена верно, без замечаний, 4 – есть небольшие недочеты, 3 – задача частично выполнена верно, но есть ошибки в некоторых пунктах, 2 балла – задача в целом не решена, но есть верные действия, 1 балл – верно записано условие задачи, есть формулы для решения, но вычисления по ним не произведены, 0 - студент не приступил к решению)

В сумме за контрольную работу можно набрать 25 баллов.

### **7.2.2. Коллоквиум**

Коллоквиум проводится в виде собеседования по вопросам предварительно написанного теста

#### **Типовой пример теста для коллоквиума**

1. К инструментальным (физическим и физико-химическим) методам анализа относят Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- 1) спектроскопические
- 2) радиометрические
- 3) электрохимические
- 4) гравиметрические

2. При проведении количественного хроматографического анализа измеряют следующие параметры

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- 1) индекс удерживания
- 2) высоту пика
- 3) площадь пика
- 4) удерживаемый объем

3. Закон Бугера-Ламберта-Бера устанавливает

Выберите один из 6 вариантов ответа:

- 1) прямо пропорциональную зависимость оптической плотности от молярной концентрации
- 2) прямо пропорциональную зависимость оптической плотности от нормальной концентрации
- 3) прямо пропорциональную зависимость оптической плотности от числа эквивалентов
- 4) обратно пропорциональную зависимость оптической плотности от молярной концентрации
- 5) обратно пропорциональную зависимость оптической плотности от нормальной концентрации
- 6) обратно пропорциональную зависимость оптической плотности от числа эквивалентов

4. Возможность анализировать по оптической плотности растворы, в которых присутствует несколько окрашенных веществ, основана на

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) свойстве аддитивности оптической плотности
- 2) свойстве аддитивности молярного коэффициента светопоглощения
- 3) не влиянии на величину оптической плотности одного из окрашенных соединений
- 4) использовании в кювете сравнения в качестве стандарта одного из окрашенных растворов

5. В основу классификации хроматографических методов положены следующие признаки

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- 1) объем пробы и концентрация в ней анализируемых веществ
- 2) техника выполнения хроматографирования
- 3) природа сорбента
- 4) агрегатное состояние фаз

6. Универсальным детектором, используемым в газовой хроматографии, является

- 1) термоионный
- 2) пламенно-ионизационный
- 3) детектор по теплопроводности
- 4) электронного захвата

7. Физико-химический метод, основанный на измерении электропроводности растворов – это

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) кулонометрия
- 2) потенциометрия
- 3) вольтамперометрия
- 4) кондуктометрия

8. Электроды I и II рода относятся к

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) металлическим электродам
- 2) мембранным электродам
- 3) ионоселективным электродам
- 4) электродам сравнения

9. Стекланный электрод относится к электродам

Выберите несколько из 4 вариантов ответа:

- 1) I рода
- 2) II рода
- 3) мембранным
- 4) ионоселективным

10. Физико-химический метод, основанный на снятии поляризационных кривых - это

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) кондуктометрия
- 2) потенциометрия
- 3) вольтамперометрия
- 4) кулонометрия

11. Величина предельного диффузионного тока зависит от

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) концентрации индифферентного электролита
- 2) pH среды
- 3) природы ионов деполяризатора
- 4) концентрации иона деполяризатора

12. Удельная электропроводность не зависит от

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) температуры
- 2) наличия примесей неэлектролитов
- 3) концентрации раствора
- 4) вязкости растворителя

13. Отношение количества выделившегося при электролизе вещества к тому количеству, которое должно выделяться по закону Фарадея – это

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) выход по электролизу
- 2) выход по току

3) коэффициент полезного действия

4) практический выход

14. Укажите соответствие между физико-химическим методом и законами и приемами, которые в нем используются

Укажите соответствие для всех 4 вариантов ответа:

|                      |  |
|----------------------|--|
| 1. Кулонометрия      | А)закон Кольрауша, закон Ома, высокочастотное титрование |
| 2. Вольтамперометрия | Б)уравнение Ильковича, уравнение полярографической волны |
| 3. Кондуктометрия    | В)законы Фарадея, электрогравиметрия                     |
| 4. Потенциометрия    | Г)уравнение Нернста                                      |

5. В основе потенциометрического анализа лежит

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1) измерение потенциала электродов, погруженных в раствор

2) зависимость между составом вещества и его свойствами

3) измерение длины волны

4) измерение потенциала раствора

16. Кулонометрический метод анализа основан на измерении

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1) силы тока

2) электрической проводимости

3) количества электричества, протекающего через электрохимическую ячейку

4) потенциала электрода

17. При амперометрическом титровании солей свинца (электроактивный компонент) раствором сульфата натрия после точки эквивалентности сила тока

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1) остается постоянной

2) уменьшается

3) увеличивается

4) вначале уменьшается, потом увеличивается

18. Хроматография, целью которой является определение качественного и количественного состава разделяемых веществ, называется

Выберите один из 3 вариантов ответа:

1) препаративная

2) аналитическая

3) промышленная

4) арбитражная

19. Метод распределительной хроматографии, основанный на распределении вещества между двумя несмешивающимися жидкостями, называют

Выберите один из 4 вариантов ответа:

1) сверхкритической флюидной

2) жидкостно-жидкостной

3) газо-твердофазной

4) газо-жидкостной

20. Расстояние между линией старта и фронта растворителя на хроматограмме оказалось равным 10,0 см, линией старта и центром пятна вещества – 6,0 см. Величина  $R_f$  вещества равна

Выберите один из 5 вариантов ответа:

1) 0,60

2) 4,0

3) 0,50

4) 1,0

5) 1,67

21. В абсорбционном спектрофотометре



Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) Спектральная поглощательная способность прямо пропорциональна пропусканию
- 2) Процент пропускания прямо пропорционален концентрации
- 3) Процент пропускания прямо пропорционален световой длине волны
- 4) Спектральная поглощательная способность прямо пропорциональна концентрации

22. К УФ-излучению относится интервал длин волн

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 10-400 нм
- 2) 400-760 нм
- 3) 760-106 нм
- 4) более 1 м

23. Нормальная дисперсия – это

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) резкое изменение показателя преломления в узком диапазоне длин волн
- 2) линейная зависимость показателя преломления от длины волны
- 3) логарифмическая зависимость показателя преломления от длины волны
- 4) постепенное изменение показателя преломления в узком диапазоне длин волн

24. Для фотометрического определения металлов используют

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) реакции замещения на ауксохромные группы
- 2) реакции замещения на хромоформные и ауксохромные группы
- 3) реакции замещения на хромоформные группы
- 4) реакции комплексообразования с переносом заряда

25. Определите оптическую плотность раствора, молярный коэффициент поглощения которого равен 8300, толщина слоя 1 см, а концентрация  $6,2 \cdot 10^{-5}$  моль/л

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) 0,27300
- 2) 0,51460
- 3) 5,14600
- 4) 0,05146

**Критерии оценки:** За коллоквиум можно получить максимум 12 баллов. 2 балла ставится за написание теста, если он выполнен не менее, чем на 50%. Остальные 10 баллов ставятся при собеседовании с преподавателем – задается 10 вопросов, каждый из которых оценивается в 1 балл при правильном ответе.

### 7.2.3. Отчеты по лабораторным работам

**Лабораторная работа №1:** Приготовление водных растворов реагентов, необходимых для выполнения экспериментальной части.

**Лабораторная работа №2:** Определение содержания серной кислоты в концентрированном растворе. кислотно-основным и окислительно-восстановительном титрованием.

**Лабораторная работа №3:** Лабораторная работа №1: Анализ монетных сплавов. Определение содержания Fe – Ni – Cu (Pb, Ag, Sn)

**Лабораторная работа №4:** Потенциометрический метод анализа. Определение кислот, оснований, солей в водных растворах прямой потенциометрией и титрованием.

**Лабораторная работа №5:** Экспертиза лекарственного препарата на соответствие по качественному и количественному составу.

**Лабораторная работа №6:** Сравнительная характеристика двух методов качественного и количественного анализа объекта

**Лабораторная работа №7:** Спектрофотометрическое титрование объекта на содержание основного компонента.

**Лабораторная работа № 8:** ИК – и УФ - спектроскопии в идентификации вещества.

Лабораторные работы выполняются в специализированной лаборатории аналитической химии. Методики выполнения работ описаны в учебном пособии «Аналитическая химия. Количественный анализ».

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы,
- задачи, которые необходимо решить;
- краткие теоретические сведения по теме;
- описание методики выполнения анализа;
- полученные экспериментальные результаты,
- анализ результатов, который подтверждает то, что все поставленные задачи решены и цель достигнута;
- выводы или заключение.

**Примерный перечень вопросов для проведения собеседования и сдачи отчетов по лабораторным работам:**

1. Проведите сравнительный анализ аналитического процесса, с фиксированием эквивалентного объёма титранта в кислотно-основном титровании с индикатором и в потенциометрическом титровании.
2. Проведите сравнительный анализ аналитического процесса, с фиксированием эквивалентного объёма титранта в кислотно – основном титровании с индикатором и в потенциометрическом титровании.
3. Проведите сравнительный анализ аналитического процесса, с фиксированием эквивалентного объёма титранта в кислотно – основном титровании с индикатором и в кондуктометрическом титровании.
4. Проведите сравнительный анализ аналитического процесса, с фиксированием эквивалентного объёма титранта в кислотно – основном титровании с индикатором и в спектрофотометрическом титровании.
5. Охарактеризуйте химизм аналитического процесса, фиксирование КТТ в окислительно-восстановительном титровании. Метод Грана.
6. Охарактеризуйте химизм аналитического процесса, фиксирование КТТ в комплексонометрическом титровании с применением металлоиндикаторов и спектрофотометрическим методом.
7. Поясните, в каких случаях возникают индикаторные ошибки. Как оценить величину индикаторной ошибки? Поясните на конкретном примере.
8. Рассчитайте величину  $pCa$  в точке эквивалентности кривой титрования 10,00 мл 0,05М раствора  $Ca^{2+}$  раствором ЭДТА той же концентрации при  $pH$  10. (Константа устойчивости образующегося комплекса равна  $3,9 \cdot 10^{10}$ )
9. Рассчитайте условные константы устойчивости комплексов  $Mn^{2+}$  с ЭДТА при  $pH$  6,0 и 10,0 учитывая, что значение функции при  $pH$  6,0  $\alpha = 2,2 \cdot 10^{-5}$ , а при  $pH$  10,0  $\alpha = 3,5 \cdot 10^{-1}$ .
10. Дайте краткую характеристику потенциометрического анализа. Назовите основные способы его осуществления.
11. Запишите уравнение Нернста и укажите, в каких координатах должна быть построена кривая титрования? Какой аналитический сигнал при заданном титровании будет фиксировать прибор?

12. Назовите факторы, влияющие на высоту скачка кривой потенциометрического титрования?

13. Какие зависимости можно использовать при графическом определении ТЭ в потенциометрии?

14. Сравните величины координат ТЭ (найденной потенциметрически) и КТТ (найденной при помощи индикатора). Какая из них близка теоретическому значению ТЭ, если титруют 0.1М раствор уксусной кислоты стандартным 0.1М раствором КОН?

15. Какой вид (в координатах  $\text{pH} - f(V_T)$ ) будет иметь кривая потенциометрического титрования раствора иминодиянтарной кислоты ( $\text{pK}_1=2,17$ ;  $\text{pK}_2=3,61$ ;  $\text{pK}_3= 5,10$ ;  $\text{pK}_4= 11,32$ ) стандартным раствором КОН?

16. При каких условиях возможно потенциометрическое титрование двух компонентов, находящихся в смеси? Привести примеры.

17. Поясните, как определяется ТЭ по методу Грана, в каких случаях рекомендуют применять этот метод?

18. Приведите примеры применения прямой кондуктометрии в контроле качества природных сред.

19. Какой вид кривой кондуктометрического титрования может иметь титрование смеси, например, слабой и сильной кислот?

20. Анализируемую смесь  $\text{H}_{2\text{мл}}\text{SO}_4$  и  $\text{CuSO}_4$  довели до метки в мерной колбе вместимостью 50,00 мл. При титровании аликвоты 10,00 мл раствором NaOH получили следующие результаты:

|                          |      |      |       |       |       |       |
|--------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| $V_{(\text{NaOH})}$ , мл | 6,00 | 8,00 | 10,00 | 14,00 | 16,00 | 20,00 |
| $\alpha \cdot 10^3$ , См | 5,1  | 4,2  | 3,0   | 3,0   | 3,5   | 4,5   |

Построить кривую титрования и вычислить массу  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{CuSO}_4$  (г) в смеси, если  $T(\text{NaOH}) = 0,0003854$ .

21. При титровании 50,0 мл смеси NaOH и  $\text{NH}_3$  0.0100 М HCl получили следующие результаты:

|                          |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $V_{(\text{NaOH})}$ , мл | 0,0  | 1,0  | 2,0  | 3,0  | 4,0  | 5,0  |
| $\alpha \cdot 10^3$ , См | 6,30 | 5,40 | 4,50 | 3,62 | 3,71 | 4,79 |

Построить кривую титрования и вычислить концентрацию (г/л) NaOH и  $\text{NH}_3$  в исследуемом растворе.

22. Анализируемую смесь HCl и  $\text{CH}_3\text{COOH}$  довели до метки в мерной колбе вместимостью 50,00 мл. При титровании аликвоты 10,00 мл 0,1М ( $K=1,104$ ) NaOH получили следующие результаты:

|                          |      |      |      |       |       |       |       |
|--------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| $V(\text{NaOH})$ , мл    | 7,00 | 8,00 | 9,00 | 10,00 | 11,00 | 12,00 | 13,00 |
| $\alpha \cdot 10^3$ , См | 2,50 | 2,20 | 1,90 | 1,93  | 1,96  | 2,00  | 2,20  |

Построить кривую титрования и вычислить концентрацию HCl и  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (г/л) в исходном растворе.

23. Сформулируйте закон Ламберта – Бугера – Бера, область применения.

В каких координатах строят градуировочный график для проведения количественного анализа?

24. Как проводится выбор оптимальных условий фотометрических определений?

25. Какие способы спектрофотометрического метода применяют в количественном анализе?

26. Пользуясь данными, приведенными в таблице, рассчитать  $x$

| Оптическая плотность $A$ | Молярный коэффициент поглощения, $\epsilon$ | Толщина слоя, см | Концентрация, Моль/л |
|--------------------------|---|------------------|----------------------|
| $x$                      | 9300  | 1                | $6,2 \cdot 10^{-5}$  |
| 0,310                    | $x$   | 2                | $4,2 \cdot 10^{-4}$  |
| 0,634                    | 30000                                       | 2                | $x$                  |
| 0,275                    | 4200  | $x$              | $2,2 \cdot 10^{-5}$  |

27. Предложить наиболее чувствительные реакции для фотометрического определения: а) Al; б) Mn; в) Fe. Выбор обосновать, пользуясь справочными данными.

28. Навеску стали массой 0,5016 г растворили, хром окислили до дихромата и оттитровали раствором  $\text{FeSO}_4$  спектрофотометрическим методом. Построить кривую титрования и рассчитать массовую долю (%) хрома в стали по следующим данным:

| $\text{FeSO}_4$ , М | Оптическая плотность раствора после добавления V(мл) $\text{FeSO}_4$ |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $C=0.09916$         | 10,0   | 12,0  | 14,0  | 16,0  | 18,0  | 20,0  | 22,0  |
| $A$                 | 0,800  | 0,610 | 0,420 | 0,235 | 0,080 | 0,080 | 0,080 |

29. Для анализа смесей метанол – вода измерено поглощение стандартных растворов при 1,94 мкм:

|                              |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| $\omega_{\text{воды}}$ , (%) | 26,0  | 29,0  | 32,0  | 37,0  |
| $A_{1,94}$                   | 0,470 | 0,500 | 0,532 | 0,585 |

Определите массовую долю воды в смесях, если  $A=$  1) 0,570; 2) 0,540; 3) 0,485.

### **Критерии оценки:**

За отчет по лабораторной работе можно получить 8 баллов. 3 балла ставится за выполнение лабораторной работы. 5 баллов за отчет по работе, оценивается по 5-бальной системе

— оценка «зачтено» по лабораторной работе выставляется, если подготовлен полный отчет по лабораторной работе. В процессе защиты даны ответы не менее, чем на 80% вопросов по теме лабораторной работы, заданных преподавателем (задается не менее 7 вопросов).

— оценка «не зачтено», если неверно оформлен отчет по лабораторной работе. В процессе защиты даны ответы менее, чем на 80% вопросов по теме лабораторной работы, заданных преподавателем (задается не менее 7 вопросов).

За невыполнение лабораторной работы ставится -10 (минус десять) баллов.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 5

| № п/п | Вопросы к экзамену  |
|-------|---|
| 1.    | Сформулируйте цели и задачи аналитической химии. Поясните, что собой представляет аналитический цикл, на каком этапе исследования он разрабатывается? |
| 2.    | В чем состоит информативность метода анализа? Приведите примеры.  |
| 3.    | Что включает в себя общая методология решения аналитических задач?  |
| 4.    | Поясните, в чем суть аналитического подхода для решения аналитической задачи?   |
| 5.    | Стандарты для процедур и измерений в аналитической лаборатории.   |
| 6.    | Обозначьте будущие пути развития аналитической химии.   |
| 7.    | Аналитические характеристики. Предел обнаружения вещества. Предельное разбавления   |
| 8.    | Дайте определение абсолютной и относительной, случайной и систематической ошибкам.  |
| 9.    | Поясните на примерах, что характеризует правильность и воспроизводимость измерений.   |
| 10.   | Назовите способы осуществления титриметрических методов анализа и запишите расчетные формулы для обработки результатов эксперимента.                  |
| 11.   | Фиксирование КТТ в кислотно-основном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.   |
| 12.   | Охарактеризуйте индикаторные ошибки в кислотно – основном титровании, их количественную величину?   |
| 13.   | Фиксирование КТТ в окислительно - восстановительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.  |
| 14.   | Фиксирование КТТ в комплексонометрическом титровании, принцип действия металлоиндикаторов.  |
| 15.   | Фиксирование КТТ в осадительном титровании, принцип действия индикаторов этого титрования.  |
| 16.   | Рассмотрите расчетные формулы в титриметрии при прямом, обратном титровании и . при титровании по замещению.  |
| 17.   | Метрологические характеристики химического анализа. Регрессивный анализ. Определение параметров линейных уравнений.                                   |
| 18.   | Расчет линейного градуировочного графика $y = bx$ .   |
| 19.   | Расчет линейного градуировочного графика $y = a + bx$ . Оценка значимости коэффициента $a$ .  |
| 20.   | Сравнение двух средних. Критерий Фишера   |
| 21.   | Определение наличия грубых промахов при анализе экспериментальных данных.   |
| 22.   | Теоретические основы эмиссионной спектроскопии. Атомные спектры. Источники возбуждения.   |
| 23.   | Количественный анализ. Интенсивность спектральных линий. Уравнение Ломакина - Шайбе.  |
| 24.   | Методы трех эталонов, одного эталона, их применение в количественном анализе. Поясните на примерах.   |
| 25.   | Абсорбционная спектроскопия. В чем сущность колориметрического, фотометрического и спектрофотометрического методов анализа?                           |

| №<br>п/п | Вопросы к экзамену  |
|----------|---|
| 26.      | Назовите основные узлы приборов для анализа по светопоглощению. Каково назначения каждого из этих узлов?  |
| 27.      | Назвать особенности спектрофотометрии в ультрафиолетовой области спектра.   |
| 28.      | Качественный и количественный анализ в спектрофотометрическом методе.   |
| 29.      | Закон Ламберта – Бугера – Бера. Ограничения и условия применимости закона   |
| 30.      | Спектрофотометрический анализ объектов сложного состава. Рассмотрите на примере определения никеля и железа в стали ( можно другие объекты)   |
| 31.      | Применение метода градуировочного графика и метода добавок в количественном анализе.  |
| 32.      | Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и титрант не поглощают, а продукт реакции поглощает.       |
| 33.      | Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент поглощает, а титрант и продукт реакции не поглощают.       |
| 34.      | Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и продукт реакции не поглощают, а титрант поглощает.       |
| 35.      | Спектрофотометрическое титрование. Рассмотрите вид кривой фотометрического титрования в координатах оптическая плотность – объем титранта ( $A - V$ ) и привести пример для случая, когда определяемый компонент и титрант поглощают, а продукт реакции не поглощает свет.. |
| 36.      | ИК-спектроскопия. На чем основан качественный анализ по поглощению в инфракрасной области спектра?  |
| 37.      | Что такое функциональные группы? Как проводят идентификацию функциональных групп с помощью ИК-спектра?  |
| 38.      | Кондуктометрический анализ. Удельная и эквивалентная электрическая проводимость, их взаимосвязь.  |
| 39.      | Укажите, какие факторы влияют на электрическую проводимость.  |
| 40.      | Прямая кондуктометрия. Области применения. Укажите достоинства и недостатки применения прямой кондуктометрии.   |
| 41.      | Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильной и слабой кислот при совместном присутствии сильным основанием? Укажите, при каком условии кислоты будут титроваться дифференцированно?                                       |
| 42.      | Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: а) титрование сильного и слабого оснований при совместном присутствии сильной кислотой? Укажите, при каком условии компоненты будут титроваться дифференцированно?                                 |
| 43.      | Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу осаждения?   |
| 44.      | Кондуктометрическое титрование. Какой вид будут иметь кривые титрования: по методу комплексонометрии?   |
| 45.      | Рассмотрите кривые кондуктометрического титрования для реакций осаждения, если: а) подвижность осаждаемых ионов больше подвижности ионов осадителя; б) Подвижности осаждаемых ионов и ионов осадителя примерно одинаковы.   |

| №<br>п/п | Вопросы к экзамену  |
|----------|---|
| 46.      | Потенциометрические методы анализа. Приведите принципиальную схему установки для потенциометрического титрования.   |
| 47.      | Прямая потенциометрия. Ионоселективные электроды, поясните принцип их устройства. Приведите примеры применения ионоселективных электродов в количественном анализе.   |
| 48.      | Применение метода градуировочного графика в прямой потенциометрии. Рассмотрите на конкретном примере.   |
| 49.      | Потенциометрическое титрование. Расчетные значения координат ТЭ. (Рассмотрите на примере).  |
| 50.      | Укажите индикаторные электроды, которые используют при потенциометрическом титровании с использованием реакций кислотно-основного взаимодействия.   |
| 51.      | Укажите индикаторные электроды, которые применяют при потенциометрическом титровании с использованием реакций комплексообразования.   |
| 52.      | Укажите индикаторные электроды, которые применяют при потенциометрическом титровании с использованием реакций окисления – восстановления.   |
| 53.      | Рассмотрите кривую потенциометрического титрования раствора иминодиянтарной кислоты стандартным раствором NaOH, если значения $pK_1 = 2,17$ ; $pK_2 = 3,61$ ; $pK_3 = 5,10$ ; $pK_4 = 11,32$ .              |
| 54.      | Каким образом определяют доверительный интервал среднего значения найденной величины, что он характеризует и как используется для обнаружения систематической ошибки метода?                                |
| 55.      | Что характеризует коэффициент Стьюдента $t_{\alpha, f}$ ? От каких факторов зависит величина $t$ – коэффициента?  |
| 56.      | Как используется $t$ – критерий для проверки значимости различия двух средних значений и для установления числа параллельных измерений, необходимое для получения среднего результата с заданной точностью? |

| №<br>п/п | Расчетные задачи   |
|----------|--|
| 1.       | Для анализа смесей метанол-вода измерено поглощение стандартных растворов при $\lambda = 1,94 \mu\text{м}$ :<br>$\omega$ (воды), %..... 26,0                      29,0                      32,0                      37,0<br>$A_{1,94}$ ..... 0,470                      0,500                      0,532                      0,585<br>Определить массовую долю воды и метанола в смесях по следующим данным: 1) $A=0,570$ ; 2) $A=0,540$ ; 3) $A=0,485$ . |
| 2.       | Навеску серебряного сплава в 1,75г растворили в азотной кислоте и раствор разбавили водой до 200мл. На титрование 10,00мл раствора потребовалось 11,75мл 0,05М раствора $\text{NH}_4\text{CNS}$ (поправочный коэффициент $K=0,9344$ ). Определить массовую долю серебра в образце.   |
| 3.       | Навеску п-нитробензойной кислоты ( $\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_4$ ) массой 0,0492г растворили в 50,0мл смеси спиртов и 5,00 мл оттитровали 0,0200 М раствором метилата натрия спектрофотометрическим методом.<br>Построить кривую титрования и рассчитать массовую долю кислоты по данным титрования:<br>$V(\text{CH}_3\text{CONa})$ , мл.... 0,60 0,80 1,00 1,20 1,40 1,60 1,80 $A$ ..... 0,255<br>0,340 0,420 0,500 0,565 0,555 0,545                   |
| 4.       | Рассчитать процентное содержание марганца в стали методом трех эталонов по следующим данным сравнения спектральных линий марганца ( $\lambda=2939,11 \text{ \AA}$ ) и железа ( $\lambda=2944,40 \text{ \AA}$ ):  |



| №<br>п/п | Расчетные задачи  |
|----------|---|
|          | CMn (%)..... 0,59      0,74      1,43      x<br>SMn.....0,896      1,020      1,49      1,105<br>SFe..... ...0,764      0,748      0,763      0,760   |
| 5.       | Спектрофотометрическое определение содержания альдегидов в капролактаме методом добавок.  |
| 6.       | Какой метод может быть применен для определения циклогексанона? Дайте краткую характеристику метода анализа, приведите расчетную формулу.   |
| 7.       | Какой метод используют при определении аминного числа? Рассчитайте аминное число продукта аминирования, если на титрование 0,875 г образца смолы пошло 3,65 мл 0,1М раствора хлороводородной кислоты.   |
| 8.       | Как определяется содержание свободного аммиака в карбамиде? Приведите расчетную формулу.  |
| 9.       | Запишите расчетную формулу содержания продукта (%) при использовании метода титрования по замещению.  |
| 10.      | Навеску 0,6383г сплава, содержащего медь, после растворения обработали аммиаком и получили 1000мл окрашенного раствора, оптическая плотность которого при толщине слоя кюветы 2см равна 0,255, $\epsilon = 423 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ . Определить процентное содержание меди в сплаве. |
| 11.      | В образце сплава определили медь гравиметрическим (I) и титриметрическим (II) методами. Получены следующие результаты 12 (%):<br>I - 13,21; 13,11; 13,17; 13,28 и II - 13,40; 13,75; 13,65; 13,58.<br>Можно ли для расчета содержания меди в образце объединить эти данные в одну выборку?                              |
| 12.      | Определяемый минимум. Рассмотрите на примере фотометрического определения карбонильного соединения ( ).   |
| 13.      | Кислотное число образца этилацетата составляет 2,3. Какая массовая доля эфира в анализируемом образце, если считать, что других примесей в эфире нет?   |
| 14.      | Образец бутилового эфира адипиновой кислоты был проанализирован, какое эфирное число должно быть получено, если выход эфира составил 96,5%?   |
| 15.      | Кислотное число полученного этилацетата 1,15. Каким должно быть эфирное число этого продукта?   |
| 16.      | Какое количество этилового спирта будет соответствовать 1,00 мл точно 0,1N раствору тиосульфата, если анализ ведут по схеме: спирт $\rightarrow$ дихромат калия $\rightarrow$ иод $\rightarrow$ тиосульфат натрия?  |
| 17.      | Если бромное число изопропилового спирта равно 0,012, какому %-ному содержанию изопропена оно соответствует.  |
| 18.      | Содержание метилметакрилата в техническом продукте 93,5%. Чему будет равно эфирное число этого эфира?   |
| 19.      | Определение содержания метилового спирта в сточных водах  |
| 20.      | Число ацетилирования бутилового спирта равно 735. Какому содержанию бутанола соответствует это число?   |
| 21.      | Как определить содержание хлорида натрия и соляной кислоты при совместном присутствии в образце?  |
| 22.      | Как определить содержание серной и борной кислот при совместном присутствии в образце?  |
| 23.      | Как определить содержание хлорида натрия и иодида натрия при совместном присутствии в образце?  |
| 24.      | Как определить содержание хлорида натрия и хлорида калия при совместном присутствии в образце?  |

| <b>№<br/>п/п</b> | <b>Расчетные задачи</b>   |
|------------------|---|
| 25.              | Как определить содержание хлорида аммония и аммиака при совместном присутствии этих соединений в образце? |
| 26.              | Как осуществить титрование с целью определения содержания сульфат-иона в минеральной воде?                |

### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

| <b>Семестр</b> | <b>Форма проведения промежуточной аттестации</b> | <b>Критерии и нормы оценки</b> |  |
|----------------|--|--------------------------------|--|
| 5              | Экзамен по накопительному рейтингу               | «отлично»                      | Текущий рейтинг составляет 80-100 баллов |
|                |  | «хорошо»                       | Текущий рейтинг составляет 60-79 баллов  |
|                |  | «удовлетворительно»            | Текущий рейтинг составляет 40-59 баллов  |
|                |  | «неудовлетворительно»          | Текущий рейтинг составляет 0 -39 баллов  |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители | Заглавие (заголовок)  | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке /<br>Наименование ЭБС |
|----------|---------------------|---|---|-------------|---|
| 1        | Золотов Ю.А         | Введение в аналитическую химию. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2016. - 266 с. – Режим доступа:<br><a href="http://e.lanbook.com/book/84079">http://e.lanbook.com/book/84079</a> .  | Учебное пособие   | 2016        | ЭБС «Лань»  |
| 2        | Шрайбман Г.Н.       | Решение задач по аналитической химии. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / [и др.]. - Электрон. дан. - Кемерово : КемГУ, 2015. - 208 с. - Режим доступа:<br><a href="http://e.lanbook.com/book/69992">http://e.lanbook.com/book/69992</a> .   | Учебное пособие   | 2015        | ЭБС «Лань»  |
| 3        | Нечипоренко А.П.    | Практическое руководство к лабораторным работам по физико-химическим методам анализа: хроматографические, электрохимические, спектральные. Теория и практика. Часть I: Учебное пособие. [Электронный ресурс] Электрон. дан. - СПб. : НИУ ИТМО, 2016. - 187 с. - Режим доступа:<br><a href="http://e.lanbook.com/book/91316">http://e.lanbook.com/book/91316</a> - Загл. с экрана. | Учебное пособие   | 2016        | ЭБС «Лань»  |

## 8.2. Дополнительная литература

| №<br>п/п | Авторы, составители          | Заглавие (заголовок)  | Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.) | Год издания | Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС |
|----------|------------------------------|---|---|-------------|--|
| 1        | Усова С.В.,<br>Вершинин В.Я. | Поиск информации при проведении исследований в области аналитической химии (работа с литературой): учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] Электрон. дан. - Омск : ОмГУ, 2014. - 48 с. - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/75424">http://e.lanbook.com/book/75424</a> | Учебно-методическое пособие   | 2014        | ЭБС «Лань»   |
| 2        | Валова С.В.                  | Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Практикум для бакалавров. [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - М. : Дашков и К, 2017. - 200 с. - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/94016">http://e.lanbook.com/book/94016</a>                        | Учебное пособие   | 2017        | ЭБС «Лань»   |

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

– **Бутлеровские сообщения.** Научный англо-русскоязычный химический журнал. Публикует статьи по основным разделам химии и смежным дисциплинам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей сайта доступен полнотекстовый архив с 1999 года: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>

– **Химия в интересах устойчивого развития.** В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения. Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив с 2001 по 2005 год: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>

– **Oriental Journal Of Chemistry.** Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

### 8.4. Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование ПО | Реквизиты договора<br>(дата, номер, срок действия)  |
|-------|-----------------|---|
| 1     | Windows         | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно  |
| 2     | Office Standart | Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно;<br>Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно |

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)   | Перечень основного оборудования   |
|-------|---|---|
| 1     | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации<br>А-125 | Столы ученические трехместные моноблоки, стол преподавательский, стул преподавательский, кафедра, доска меловая, экран навесной, проектор., процессор, мышь комп., пульт. |
| 2     | Лаборатория «Аналитическая химия»<br>А-207  | Столы лабораторные островные, полки для посуды, столы лабораторные с полкой аквадистиллятор ДЭ-10, мойка  |

| №<br>п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)  | Перечень основного оборудования  |
|----------|--|--|
|          |  | нержавеющая, печь муфельная, сушильный шкаф Snol58/350, мойки лабораторная, шкаф вытяжной, стол письменный, тумбы для посуды и реактивов, центрифуга лабораторная ОПи-3, аналитические весы ВЛР-200, весы лабораторные НСВ123, фотометр фотоэлектрический КФК, рН-метр-иономер рН-121, иономер Эксперт001, иономер И-160М, кондуктометр Анион, табуреты лабораторные, химическая посуда. |
| 3        | Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации<br>УЛК-205 | Переносной проектор, столы компьютерные, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная), компьютеры с выходом в сеть Интернет.   |
| 4        | Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.<br>Г-401  | Стол�ы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.  |