

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.  
подпись  
« 24 » \_\_\_\_\_ 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
Б1.В.08 ОСНОВЫ АНАЛИЗА И АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Направление подготовки/специальность 27.03.01 Стандартизация и метрология

Направленность (профиль) / специализация Стандартизация и сертификация

Программа подготовки Академическая

Форма обучения Очная

Квалификация (степень) выпускника Бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины «Основы анализа и аналитического контроля» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, утвержденного приказом Минобрнауки РФ № 210 от 12.03.2015.

Программу составила:

П.В. Анисимович,

доцент кафедры аналитической химии, к.х.н.

Рабочая программа дисциплины «Основы анализа и аналитического контроля» утверждена на заседании кафедры Аналитической химии протокол № 5 «19» апреля 2018г.

Заведующий кафедрой (разработчика и выпускающей)

Темердашев З.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Химии и высоких технологий

протокол № 5 «20» апреля 2018г.

Председатель УМК факультета Стороженко Т.П.

Рецензент

Д.А. Бозин, кандидат химических наук,

заведующий лабораторией

ООО «НИИ ПНГ»

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО подготовки бакалавров по направлению 27.03.01 «Стандартизация и метрология»; формирование у студентов комплексных знаний теоретических основ, методологии и практического выполнения химического анализа и осуществления аналитического контроля.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по формированию компетенций, которыми должны обладать студенты, для освоения дисциплины необходимо решить ряд задач: изучить основные принципы выполнения химического анализа, методологии отбора проб и подготовки их к анализу, а также основных приемов обработки и анализа данных; развить умения проводить мероприятия по обеспечению и контролю качества результатов анализа; сформировать практические навыки проведения экспериментов по заданным методикам с обработкой и анализом полученных результатов; изучить основные типы химических реакций, используемых в аналитической химии, закономерностей протекания кислотно-основных реакции и теории метода кислотно-основного титрования.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина «Основы анализа и аналитического контроля» входит в вариативную часть учебного плана для студентов направления подготовки 27.03.01 Стандартизация и метрология, которая логически связана со следующими дисциплинами: «Физические основы измерений и эталоны», «Химия», «Математика».

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для обязательных дисциплин базовой и вариативной частей ООП: «Аналитическая химия»; «Методы и средства измерений и контроля», «Организация и технология испытаний», а также ряда дисциплин по выбору вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направлению 27.03.01 – Стандартизация и метрология.

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующей компетенции: ПК-17.

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)                                                                                                                                                                                    | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны                                                                              |                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                     |
|--------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                    |                                                                                                                                                                                                                          | знать                                                                                                                                    | уметь                                                                                                                                                                                          | владеть                                                                                                             |
| 1.     | ПК-17              | способностью проводить изучение и анализ необходимой информации, технических данных, показателей и результатов работы, их обобщение и систематизацию, проводить необходимые расчеты с использованием технических средств | принципы выполнения химического анализа, приемы обработки и анализа результатов анализа; метрологические характеристики методики анализа | осуществлять литературный поиск и анализировать нормативную документацию, стандарты качества, методики анализа, технические характеристики средств измерений, оценивать погрешности измерений. | навыками анализа и обобщения данных, приемами обработки результатов анализа и оценки метрологических характеристик. |

## **2. Структура и содержание дисциплины.**

## 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. (216 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

| Вид учебной работы                                                    |                               | Всего часов | Семестры (часы) |   |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-----------------|---|---|---|
|                                                                       |                               |             | 3               | - | - | - |
| Контактная работа, в том числе:                                       |                               | 114,5       | 114,5           |   |   |   |
| Аудиторные занятия (всего):                                           |                               |             |                 |   |   |   |
| Занятия лекционного типа                                              |                               | 36          | 36              | - | - | - |
| Лабораторные занятия                                                  |                               | 72          | 72              | - | - | - |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)            |                               | -           | -               | - | - | - |
|                                                                       |                               | -           | -               | - | - | - |
| Иная контактная работа:                                               |                               |             |                 |   |   |   |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                 |                               | 6           | 6               |   |   |   |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                        |                               | 0,5         | 0,5             |   |   |   |
| Самостоятельная работа, в том числе:                                  |                               |             |                 |   |   |   |
| Курсовая работа                                                       |                               | -           | -               | - | - | - |
| Проработка учебного (теоретического) материала                        |                               | 30          | 30              | - | - | - |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) |                               | -           | -               | - | - | - |
| Реферат                                                               |                               | -           | -               | - | - | - |
|                                                                       |                               |             |                 |   |   |   |
| Подготовка к текущему контролю                                        |                               | 35,8        | 35,8            | - | - | - |
| Контроль:                                                             |                               |             |                 |   |   |   |
| Подготовка к экзамену                                                 |                               | 35,7        | 35,7            |   |   |   |
| Общая трудоемкость                                                    | час.                          | 216         | 216             | - | - | - |
|                                                                       | в том числе контактная работа | 114,5       | 114,5           |   |   |   |
|                                                                       | зач. ед                       | 6           | 6               |   |   |   |

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма)

| №  | Наименование разделов (тем)                                            | Количество часов |                   |          |           |                        |
|----|------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----------|-----------|------------------------|
|    |                                                                        | Всего            | Аудиторная работа |          |           | Самостоятельная работа |
|    |                                                                        |                  | Л                 | ПЗ       | ЛР        | СРС                    |
| 1  | 2                                                                      | 3                | 4                 | 5        | 6         | 7                      |
| 1. | Введение. Методология химического анализа                              | 8                | 2                 | -        | 4         | 2                      |
| 2. | Стадии химического анализа                                             | 50               | 10                | -        | 24        | 16                     |
| 3. | Метрологические основы химического анализа                             | 22               | 4                 | -        | 8         | 10                     |
| 4. | Обеспечение и контроль качества результатов анализа                    | 22               | 4                 | -        | 8         | 10                     |
| 5. | Химические реакции в аналитической химии. Кисотно-основное равновесие. | 35,8             | 8                 | -        | 14        | 13,8                   |
| 6. | Титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование.          | 36               | 8                 | -        | 14        | 14                     |
|    | <b>Итого по дисциплине:</b>                                            |                  | <b>36</b>         | <b>-</b> | <b>72</b> | <b>65,8</b>            |

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

| № | Наименование раздела (темы)                   | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Форма текущего контроля |
|---|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | Введение.<br>Методология химического анализа. | Предмет аналитической химии, ее структура, место в системе наук, связь с практикой. Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Основные аналитические проблемы. Виды анализа. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии. Научная химико-аналитическая литература. Метод и методика анализа. Классификация методов анализа. Виды анализа.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Устный опрос.<br>ЛР.    |
| 2 | Стадии химического анализа.                   | <p>Основные стадии химического анализа. Выбор метода и методики анализа и составление схем анализа.</p> <p><u>Пробоотбор и пробоподготовка.</u></p> <p>Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Способы получения средней пробы, первичная обработка и хранение проб. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение, термическое разложение, сплавление. Способы интенсификации процесса подготовки проб. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.</p> <p><u>Методы выделения, разделения и концентрирования</u> Классификация методов выделения, разделения и концентрирования. Методы разделения гетерогенных систем: фильтрация, седиментация, центрифугирование, флотация. Методы разделения гомогенных систем: осаждение, дистилляция, ректификация, отгонка, сорбция и экстракция.</p> <p><u>Методы обнаружения и идентификации</u></p> <p>Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрорентгенофлуоресцентный анализ, пирохимический анализ. Капельный анализ. Экспрессный качественный анализ в</p> | Устный опрос.<br>ЛР.    |

|   |                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                            |
|---|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|   |                                                                        | <p>заводских и полевых условиях.</p> <p><u>Количественный анализ</u> Аналитический сигнал и помехи. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                            |
| 3 | Метрологические основы химического анализа                             | <p>Основные метрологические понятия и представления. Основные характеристики метода анализа: правильность, коэффициент чувствительности, предел обнаружения и др. Систематические и случайные погрешности. Статистическая обработка результатов измерений. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>Устный опрос. ЛР. Самостоятельная работа</p>            |
| 4 | Обеспечение и контроль качества результатов анализа                    | <p>Понятия обеспечение качества, контроль качества, система качества, управление качеством результатов анализа. Проверка правильности выбранной методики. Аттестация методик анализа. Устойчивость методики анализа. Внутрिलाбораторная воспроизводимость, сходимость результатов анализа. Обеспечение качества результатов анализа: контрольные карты, ведение и хранение документации, межлабораторные эксперименты. Поверка средств измерений. Аккредитация аналитических лабораторий и проверка их компетентности.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>Рейтинговая контрольная работа №1</p>                   |
| 5 | Химические реакции в аналитической химии. Кислотно-основное равновесие | <p><u>Основные типы химических реакций в аналитической химии:</u> кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Закон действующих масс. Константы равновесия: термодинамические, реальные, условные. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Скорость реакций в химическом анализе. Факторы, влияющие на скорость. Управление реакциями и процессами в аналитической химии.</p> <p><u>Кислотно-основное равновесие.</u> Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная</p> | <p>Устный опрос. ЛР. Рейтинговая контрольная работа №2</p> |

|   |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                     |
|---|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|   |                                                              | емкость. Вычисления рН растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                     |
| 6 | Титриметрический метод анализа. Кислотно-основное титрование | <p><u>Титриметрический метод анализа.</u> Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Первичные стандарты, требования к ним. Вторичные стандарты. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.</p> <p><u>Кислотно-основное титрование.</u> Построение кривых титрования. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Индикаторы кислотно-основного титрования. рТ индикаторов, интервал перехода окраски. Погрешности титрования. Область практического применения методов кислотно-основного титрования.</p> | Устный опрос. ЛР. Рейтинговая контрольная работа №3 |

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа учебным планом не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

| №  | Наименование лабораторных работ                                                                              | Форма текущего контроля                     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1. | Техника лабораторных работ в аналитической лаборатории. Способы выражения концентраций растворов.            | Устный опрос                                |
| 2. | Дробный и систематический анализ. Классификация катионов. Важнейшие качественные реакции катионов 1-3 групп. | Устный опрос                                |
| 3. | Важнейшие качественные реакции катионов 4-6 групп.                                                           | Устный опрос                                |
| 4. | Анализ смеси солей на катионы и анионы                                                                       | Контрольная задача по качественному анализу |
| 5. | Статистическая обработка результатов измерений. Расчет доверительного интервала. Выявление промаха.          | Расчетные задания<br>Устный опрос           |
| 6. | Определение предела обнаружения методики анализа.                                                            | Расчетные                                   |

|     |                                                                                                                                                 |                                |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|     |                                                                                                                                                 | задания<br>Устный опрос        |
| 7.  | Составление контрольных карт по результатам анализа                                                                                             | Расчетные задания              |
| 8.  | Решение расчетных задач по теме «Химическое равновесие». Расчет pH водных и неводных растворов кислот, оснований, амфолитов, буферных растворов | Устный опрос<br>Защита ЛР      |
| 9.  | Кислотно-основного титрования. Первичные и вторичные стандарты. Приготовление и стандартизация раствора щелочи.                                 | Расчетные задания<br>Защита ЛР |
| 10. | Определение сильной кислоты в растворе.                                                                                                         | Расчетные задания<br>Защита ЛР |
| 11. | Определение азотной и борной кислот при их совместном присутствии.                                                                              | Расчетные задания<br>Защита ЛР |
| 12. | Определение кислотности пищевого продукта методом кислотно-основного титрования.                                                                | Расчетные задания<br>Защита ЛР |
| 13. | Определение карбоната и щелочи при их совместном присутствии.                                                                                   | Расчетные задания<br>Защита ЛР |
| 14. | Расчет кривых кислотно-основного титрования. Расчет результатов кислотно-основного титрования.                                                  | Расчетные задания<br>Защита ЛР |
| 15. | Расчет индикаторных ошибок кислотно-основного титрования.                                                                                       | Расчетные задания              |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС                                        | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Проработка учебного (теоретического) материала | Пиль Л.И., Шестакин А.И. Аналитическая химия. Расчеты в титриметрическом анализе. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ. 2005; Цюпко Т.Г., Дмитриенко С.Г., Темердашев З.А., Воронова О.Б. Объекты окружающей среды и их аналитический контроль. Книга 1 Методы отбора и подготовки проб. Методы разделения и концентрирования. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ. 2007 |
| 2 | Подготовка к текущему контролю                 | Основы аналитической химии: задачи и вопросы: учебное пособие для студентов ун-тов / под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 2-е, испр. - М.: Высшая школа, 2002                                                                                                                                                                                                            |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:



Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии.**

В процессе освоения данной учебной дисциплины используются следующие образовательные технологии: аудиторная работа в виде традиционных форм: лекции и лабораторной работы; самостоятельная работа студентов, групповые дискуссии. Некоторые разделы теоретического курса рассматриваются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задание на изучение нового материала до его изложения на лекции. Предусмотрен показ электронных презентаций. Для фиксации творческого продвижения используется рейтинговая система оценки знаний студентов по результатам проверки модульных контрольных работ, применяется обсуждение результатов работы студенческих исследовательских групп. В рамках изучения курса предусмотрено посещение экологических лабораторий и научных центров. При реализации образовательных технологий используются следующие виды самостоятельной работы студентов: работа с конспектом лекции; решение задач и упражнений по образцу; решение вариативных задач и упражнений; подготовка к лабораторной работе; обработка результатов лабораторных работ; поиск информации в сети Интернет и литературе; подготовка реферата и доклада по нему с компьютерной презентацией.

| Семестр       | Вид занятия<br>(Л, ПР, ЛР) | Используемые интерактивные<br>образовательные технологии                                                                                       | Количество<br>часов |
|---------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 3             | <i>Л, ЛР</i>               | Лекция с элементами педагогический эвристики, беседы, разбор ситуаций, работа в малых группах, презентация докладов в формате мини-конференции | 36                  |
| <i>Итого:</i> |                            |                                                                                                                                                | 36                  |

### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.**

#### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.**

Планируемыми формами текущего контроля знаний студентов является устный опрос по теории метода анализа, используемого в лабораторном практикуме, и особенностям выполняемой лабораторной работы, самостоятельные работы по темам разделов в виде тестовых и расчетных заданий, рейтинговые контрольные работы.

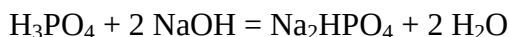
#### **Примеры самостоятельных работ**

##### **Самостоятельная работа №1**

##### **ВАРИАНТ 1**

1. Дайте определение понятию эквивалент частицы?

2. Определите фактор эквивалентности исходных веществ в реакции:



3. Какую массу навески дихромата калия необходимо взять для приготовления 1,00 л раствора с молярной концентрацией эквивалента  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  0,0100 моль/л ( $f=1/6$ ). Определите титр полученного раствора.

### Самостоятельная работа №2

#### ВАРИАНТ 1

1. При определении pH раствора получены следующие результаты: 8,31; 8,30; 8,29; 8,28; 8,40; 8,32. Определите, не является ли значение 8,40 промахом.
2. Содержание фосфора в чугуна по данным спектрального анализа составляет (%): 0,26; 0,24; 0,28; 0,27; 0,24. рассчитайте среднее и его доверительный интервал (при  $P=0,95$ ).

### Самостоятельная работа №3

#### ВАРИАНТ 1

1. Какие из данных частиц являются кислотами, основаниями или амфолитами по теории Бренстеда-Лоури:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ . Укажите сопряженные протолитические пары для перечисленных частиц.
2. Определите pH раствора, полученного при добавлении 50 мл  $1 \cdot 10^{-4}\text{M}$  раствора  $\text{KOH}$  к 10 л воды.
3. Вычислите pH раствора, полученного при растворении 0,55 г ацетата натрия в 1 л дистиллированной воды.

### Пример контрольного теста

по теме «Химические методы обнаружения и идентификации»

#### 1. Отнесите катион к соответствующей аналитической группе.

- |                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| 1. $\text{Cd}^{2+}$ | А. Первая группа    |
| 2. $\text{Cr}^{3+}$ | Б. Вторая группа    |
| 3. $\text{Mn}^{2+}$ | В. Третья группа    |
| 4. $\text{Ca}^{2+}$ | Г. Четвертая группа |
| 5. $\text{Fe}^{3+}$ | Д. Пятая группа     |
| 6. $\text{Cu}^{2+}$ | Е. Шестая группа    |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|   |   |   |   |   |   |

#### 2. Отнесите анион к соответствующей аналитической группе.

- |             |                  |
|-------------|------------------|
| 1. Ацетат   | А. Первая группа |
| 2. Фосфат   | Б. Вторая группа |
| 3. Сульфит  | В. Третья группа |
| 4. Бромид   |                  |
| 5. Карбонат |                  |
| 6. Нитрит   |                  |

|   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|   |   |   |   |   |   |

#### 3. Реактив Чугаева (диметилглиоксим) используется для обнаружения:

- а) кобальта (II) в аммиачной среде; б) кобальта (II) в сернокислой среде;  
в) никеля (II) в аммиачной среде; г) никеля (II) в сернокислой среде

**4. Установите соответствие между катионами и реактивами, используемыми для их обнаружения.**

- |                     |                                          |
|---------------------|------------------------------------------|
| 1. $\text{Ca}^{2+}$ | А. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$          |
| 2. $\text{Ba}^{2+}$ | Б. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$     |
| 3. $\text{Sr}^{2+}$ | В. $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ |
|                     | Г. $\text{KCl}$                          |
|                     | Д. Ни один из указанных                  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
|   |   |   |

**5. Хлорид серебра можно растворить в:**

- а) растворе гидроксида натрия;  
б) уксусной кислоте;  
в) серной кислоте;  
г) растворе карбоната аммония.

**6. Для обнаружения ионов алюминия в среде с  $\text{pH} = 5$  необходимо подействовать**

1. 8-оксихинолином
2. Концентрированной серной кислотой
3. Нитратом калия
4. Пероксидом водорода
5. Бихроматом калия

**7. Какими химическими свойствами обладают гидроксиды 6-й аналитической группы катионов?**

1. Амфотерны, растворимы в избытке щелочи
2. Нерастворимы в избытке щелочи
3. Образуют растворимые аммиакаты
4. Растворимы в воде

**8. Гидроксиды каких катионов быстро окисляются кислородом воздуха?**

1. Марганца (II)
2. Железа (II)
3. Сурьмы (III)
4. Висмута (III)

**9. Как можно объяснить аналитический эффект выпадения осадка при добавлении ацетона к гипсовой воде?**

1. Ацетон взаимодействует с ионами кальция
2. Понижается растворимость сульфата кальция в присутствии неполярного растворителя, и он выпадает в осадок
3. Ацетон связывает сульфат-ионы с образованием малорастворимого соединения.

**10. Какой аналитический эффект наблюдается при обнаружении аниона фосфата нитратом серебра?**

1. Выпадает белый осадок
2. Выпадает желтый осадок
3. Выпадает бурый осадок

4. Реакционная смесь окрашивается в желтый цвет

**11. Аналитическую химическую реакцию можно сделать избирательной путем:**

1. Изменения концентрации реагентов
2. Нагревания
3. Варьирования pH раствора
4. Относительного концентрирования
5. Флотации
6. Экстракции
7. Применения маскирующих агентов

**12. Смесь AgCl и AgI можно разделить с помощью водного раствора:**

а)  $\text{NH}_3$ ; б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; в) KOH; г)  $\text{HNO}_3$ .

**Контрольные вопросы к рейтинговой контрольной работе №1**  
по теме «*Аналитический цикл и обеспечение качества результатов анализа*»

1. Метод и методика анализа.
2. В чем разница между аттестованной и модифицированной методикой анализа?
3. В чем разница между количественным и качественным анализом?
4. Виды химического анализа.
5. Основные прикладные направления аналитической химии. Охарактеризуйте эти направления.
6. Дайте определение следующим понятиям: аналит, объект анализа, проба.
7. Перечислите основные стадии химического анализа. Кратко охарактеризуйте каждый этап.
8. В чем разница между понятиями «анализировать» и «определять», «проба» и «аналит»?
9. Какие виды методов анализа вы знаете?
10. Чем руководствуются при выборе метода анализа?
11. Перечислите метрологические характеристики методов и методик анализа.
12. Дайте определения следующим понятиям: чувствительность метода, предел обнаружения, точность, правильность, воспроизводимость, селективность.
13. Какими способами можно проверить правильность анализа?
14. Какую пробу называют представительной?
15. Чем отличаются генеральная, лабораторная и анализируемая пробы?
16. Чем определяется способ отбора пробы?
17. Каковы особенности отбора газообразных проб?
18. Каковы особенности отбора жидких проб? Какие для этого используют устройства?
19. Каковы особенности отбора твердых проб?
20. Каким образом хранят отобранные пробы?
21. Что такое квартование? С какой целью его применяют?
22. Назовите способы гомогенизации и усреднения пробы.
23. Укажите источники погрешностей при отборе пробы.
24. Всегда ли необходимо растворение пробы при проведении анализа?
25. Какие существуют способы переведения анализируемой пробы в раствор?
26. В каких случаях проводят сплавление пробы? Какие плавни обычно используют в этих целях?
27. Какими свойствами должен обладать растворитель, используемый для растворения пробы? Какие растворители используют в этих целях?

28. Каким образом интенсифицируют способ кислотной минерализации проб?
29. Чем отличается пиролиз от «сухого» озоления?
30. Каким образом можно устранить мешающее влияние компонентов пробы при определении аналита?
31. Охарактеризуйте процессы маскирования, разделения и концентрирования.
32. В чем разница между абсолютным и относительным концентрированием, индивидуальным и групповым?
33. Какими соображениями руководствуются при выборе способа разделения и концентрирования?
34. Какие вы знаете количественные характеристики процессов концентрирования и разделения?
35. Какие способы используют для разделения гетерогенных систем?
36. Чем отличаются методы осаждения и соосаждения?
37. Какие методы испарения применяют для разделения веществ? Какие явления лежат в их основе?
38. Охарактеризуйте сорбционные и экстракционные методы разделения и концентрирования.
39. Что такое аналитический сигнал? Зачем проводят контрольный опыт?
40. Способы выражения концентраций: массовая доля растворенного вещества, молярная концентрация, титр раствора. Связь между ними.
41. Какие величины используют для оценки точности результатов анализа?
42. Какие виды погрешностей вы знаете?
43. Какой основной метод математической статистики используют для обнаружения грубых ошибок (промахов)?
44. Как вычислить стандартное отклонение среднего результата анализа?
45. Чему равен доверительный интервал и что он характеризует?
46. Дайте определения следующим понятиям: качество, контроль качества, система качества, управление качеством, политика качества.
47. Что понимается под обеспечением качества результатов анализа?
48. Аттестация методики анализа. Какие характеристики необходимо установить в этих целях?
49. Дайте понятий линейности градуировочной зависимости, рабочего диапазона, верхней и нижней границе определяемых содержаний. Каким образом устанавливают перечисленные характеристики?
50. Устойчивость методики.
51. Охарактеризуйте основные меры по контролю качества результатов анализа (контрольные карты, ведение документации, испытания).
52. Оценка метрологических и технических характеристик средств измерений.
53. Аккредитация лабораторий. Процедура аккредитации.

### ***Типовые задачи к рейтинговой контрольной работе №1***

1. Определение фактора эквивалентности и молярной массы эквивалентов веществ по уравнению реакции.
2. Расчет концентрации полученных растворов.
3. Расчет среднего результата анализа и доверительного интервала.
4. Расчет абсолютной и относительной погрешности среднего.
5. Расчет предела обнаружения.

### **Контрольные вопросы к рейтинговой контрольной работе №2** **по теме «Химические реакции в аналитической химии. Кислотно-основное равновесие»**

1. Химическое равновесие. Факторы, влияющие на положение химического равновесия.
2. Сформулируйте закон действующих масс. Покажите действие этого закона на конкретных примерах.
3. Термодинамическая константа равновесия. Факторы, влияющие на ее величину.
4. Реальная константа равновесия. Факторы, влияющие на величину  $K^p$ . Связь реальной константы с термодинамической.
5. Условная константа равновесия. Связь между условной, реальной и термодинамической константами равновесия. Факторы, влияющие на величину  $K^y$ .
6. Активность ионов. Коэффициент активности, факторы, влияющие на его величину.
7. Ионная сила раствора. Расчет ионной силы раствора и коэффициентов активности ионов. Уравнения Дебая-Хюккеля и Дэвиса.
8. Что такое солевой эффект? Приведите пример солевого эффекта для процесса диссоциации слабой одноосновной кислоты.
9. Дайте определение конкурирующей реакции и приведите примеры конкурирующих реакций для процессов диссоциации кислоты или основания; равновесия в гетерогенной системе; реакции образования комплексного соединения.
10. Мольная доля иона. Выведите уравнение для расчета мольной доли аниона слабой многоосновной кислоты.
11. Вычисление равновесной концентрации иона с использованием мольной доли (коэффициента конкурирующей реакции). Примеры.
12. Константа и степень диссоциации электролита. Закон разбавления Оствальда.
13. Дайте определение кислоты и основания с точки зрения протолитической теории Бренстеда-Лоури. Приведите примеры нейтральных и заряженных кислот и оснований.
14. Что такое сопряженная кислотно-основная протолитическая пара? Приведите примеры.
15. Какие вещества называются амфолитами? Какие равновесия наблюдаются в растворах амфолитов? Приведите примеры.
16. Дайте определение протогенных, протофильных, амфипротных и апротонных растворителей. Приведите примеры.
17. Приведите примеры и напишите уравнения реакций взаимодействия кислот и оснований с амфипротными растворителями.
18. Какова роль растворителя в проявлении кислотных или основных свойств протолитов? В чем заключается дифференцирующее и нивелирующее действие растворителей? Приведите примеры.
19. Какая реакция называется автопротолизом? Приведите примеры. Что такое константа автопротолиза?
20. Что такое ионы лиония и лиата? Приведите примеры
21. Ионное произведение воды.
22. Что такое водородный и гидроксильный показатели? Как они связаны между собой?
23. Что является мерой кислотности (основности) неводных растворов?
24. Дайте определение, какие растворы считаются кислыми, щелочными, нейтральными. Почему одно и то же значение pH в среде разных растворителей может соответствовать либо кислой, либо щелочной или нейтральной среде?
25. Дайте определение константы кислотности, константы основности. Приведите примеры.
26. Выведите уравнение, устанавливающее связь между константами кислотности и основности для сопряженной протолитической пары.
27. Какие растворы называются буферными?
28. Объясните механизм буферного действия на конкретном примере.
29. Буферная емкость.

30. Выведите формулу для расчета pH раствора сильной кислоты (сильно основания) для случая, когда их концентрация меньше  $10^{-6}$  М.
31. Выведите формулу для расчета pH раствора слабой кислоты (слабого основания) для случаев, когда  $\alpha \leq 5\%$ ,  $\alpha > 5\%$ .
32. Выведите формулу для расчета pH в растворе серной кислоты.
33. Приведите формулу для расчета pH в растворе амфолита. Приведите примеры протолитов с амфотерными свойствами.
34. В каких случаях при расчете pH растворов кислот и оснований можно пренебречь автопротолизом растворителя, и в каких случаях учет этого процесса приведет к серьезным ошибкам?
35. Каким образом можно рассчитать pH растворов смесей слабых кислот, смеси сильной и слабой кислот?

#### **Типовые задачи к рейтинговой контрольной работе № 2**

1. Вычисление ионной силы растворов, активностей и коэффициентов активности ионов.
2. Расчет мольной доли и равновесных концентраций ионов в растворах.
3. Расчет реальных констант и значений pH в растворах сильных и слабых электролитов с учетом и без учета ионной силы растворов.
4. Расчет pH в растворах амфолитов.
5. Вычисление pH в буферных растворах. Составление буферных растворов.

#### **Контрольные вопросы к рейтинговой контрольной работе №3 по теме «Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование»**

1. На чем основан титриметрический метод анализа. Назовите основные достоинства и недостатки титриметрического метода анализа.
2. Перечислите основные требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом методе.
3. Дайте определение основным способам титрования (прямое, обратное, косвенное).
4. Что такое первичные стандартные вещества? Какие требования к ним предъявляются?
5. Назовите основные способы приготовления стандартных растворов.
6. Какие растворы называются вторичными стандартными? Каким образом устанавливают их точную концентрацию?
7. Назовите основные рабочие растворы в кислотно-основном титровании. Укажите вещества, по которым проводят стандартизацию этих растворов. Напишите уравнения реакций.
8. Дайте определение титрования по способу пипетирования и по способу отдельных навесок.
9. Дайте определение следующим понятиям: титр раствора; титр раствора по определяемому веществу; эквивалент вещества; фактор эквивалентности; молярная концентрация эквивалента; массовая доля. Приведите формулы, связывающие эти понятия.
10. Изложите основные положения ионной теории кислотно-основных индикаторов и ее основные недостатки.
11. Основные положения хромофорной теории индикаторов и основные недостатки этой теории. Таутомеризация.
12. Основные положения ионно-хромофорной теории. Константа кислотно-основного индикатора.

13. Что такое хромофоры? Ауксохромы? Покажите эти группы в химических формулах фенолфталеина, метилоранжа, пара-нитрозофенола.
14. Напишите структурные формулы обеих таутомерных форм метилоранжа и фенолфталеина. Объясните механизм изменения окраски этих индикаторов.
15. Интервал перехода окраски кислотно-основного индикатора,  $pT$ . Связь интервала перехода окраски кислотно-основного индикатора и его константы.
16. Какие факторы влияют на интервал перехода окраски кислотно-основных индикаторов?
17. Назовите основные требования, предъявляемые к кислотно-основным индикаторам.
18. Классификация кислотно-основных индикаторов, укажите их хромофоры.
19. Кривая титрования. Основные участки кривой.
20. Рассчитайте величину скачка на кривой титрования слабой (сильной) кислоты сильным основанием; слабого (сильного) основания сильной кислотой. Объясните принцип подбора индикаторов.
21. Как меняется величина скачка на кривой титрования от: а) концентрации растворов; б) константы диссоциации кислот или оснований; в) температуры? Ответы мотивируйте.
22. Каковы предельные значения концентраций титруемых веществ, а также констант кислот и оснований, при которых на кривой титрования наблюдается скачок?
23. Можно ли в качестве титрантов использовать слабые кислоты и основания?
24. При каком условии возможно титрование многоосновных кислот и многокислотных оснований по ступеням? Ответ мотивируйте.
25. Как можно оттитровать фосфорную кислоту по третьей ступени? Назовите основные приемы титрования очень слабых кислот и оснований. Приведите примеры.
26. При каком условии возможно раздельное титрование смеси кислот (или оснований)? Ответ мотивируйте.
27. Как определить при совместном присутствии карбонат- и гидрокарбонат-ионы?
28. Как определить при совместном присутствии карбонат- и гидроксид-ионы?
29. Как определить при совместном присутствии соляную и фосфорную кислоты?
30. Назовите основные типы индикаторных ошибок в кислотно-основном титровании. Как определяется знак индикаторной ошибки? Приведите примеры.
31. Для каких целей применяется метод кислотно-основного титрования? Приведите примеры.
32. Как определяют кислотность пищевых продуктов?
33. Как с помощью кислотно-основного титрования определить азот или  $NH_4^+$  в образцах?
34. Определение временной и постоянной жесткости воды.

*Типовые задачи к рейтинговой контрольной работе № 3*

1. Расчет скачка и кривой титрования.
2. Вычисление результатов прямого, обратного и косвенного кислотно-основного титрования с использованием одного индикатора.
3. Вычисление результатов прямого кислотно-основного титрования с использованием двух индикаторов.

**Примеры рейтинговых контрольных работ по курсу**

**РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА**

по теме «Аналитический цикл и обеспечение качества результатов анализа»



### Вариант 1

1. Содержание фосфора в чугуна по данным атомно-эмиссионного анализа составляет (%): 0,26; 0,24; 0,21; 0,23; 0,27; 0,30. Имеется ли промах в выборке результатов? (3 балла)
2. При определении свинца в пищевых продуктах атомно-абсорбционным методом получены следующие результаты (мг/кг): 5,5; 5,4; 5,6; 5,7; 5,6; 5,4. Рассчитайте средний результат анализа и его доверительный интервал (при  $P=0,95$ ). (5 баллов)
3. Определите молярную массу эквивалента кислоты в реакции:  
$$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 3\text{NaOH} = \text{Na}_3\text{HP}_2\text{O}_7 + 3\text{H}_2\text{O}$$
 (2 балла)
4. Какой объем воды надо добавить к 500 мл 0,6756 М раствора NaOH, чтобы получить раствор с концентрацией 0,5000 М? (3 балла)
5. Основные стадии химического анализа. Охарактеризуйте каждый этап. (7 баллов)
6. Дайте определения следующим понятиям: «сухое» озоление, квартование, предел обнаружения. (3 балла)

### РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

по теме «Химические реакции в аналитической химии. Кислотно-основное равновесие»

#### ВАРИАНТ 1

1. Каким образом связаны между собой термодинамическая и реальная константы равновесия для процесса  $\text{A} + b\text{B} \leftrightarrow f\text{F}$ ? Что такое коэффициент активности? Укажите факторы, влияющие на величину коэффициента активности. Рассчитать реальную константу кислотности для муравьиной кислоты в присутствии 0,003 М раствора  $\text{MgCl}_2$ . (5 баллов)
2. Что такое буферный раствор? Приведите примеры. Объясните механизм буферного действия ацетатного буферного раствора? (3 балла)
3. Какая реакция называется кислой, нейтральной и щелочной? Какую среду имеет раствор, полученный при смешивании равных объемов 0,100 М растворов: а)  $\text{HCl} + \text{NaOH}$ ; б)  $\text{HCl} + \text{NH}_3$ ; в)  $\text{HCOOH} + \text{HCOONa}$ ; (3 балла)
4. Вычислить pH раствора, полученного добавлением к 20,00 мл 0,1000 М раствора аммиака 40,00 мл 0,0500 М раствора  $\text{HCl}$  и 60,00 мл дистиллированной воды ( $K_b = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ). (5 баллов)
5. К 100,0 мл 0,0600 М раствора фосфорной кислоты добавлено 75,00 мл 0,1600 М раствора гидроксида калия и 25,00 мл дистиллированной воды. Вычислить pH полученного раствора. ( $K_{a1} = 7,52 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{a2} = 6,31 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{a3} = 1,26 \cdot 10^{-12}$ ). (7 баллов)

### РЕЙТИНГОВАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

по теме «Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование»

#### ВАРИАНТ 1

1. Рассчитайте скачок и подберите индикаторы при титровании 0,2000 М раствора бензойной кислоты ( $K=1,62 \cdot 10^{-6}$ ) 0,2000 М раствором NaOH (погрешность титрования 0,1%). (5 баллов)
2. Перечислите основные требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом методе анализа. Что такое первичные стандарты? Перечислите предъявляемые к ним требования. Назовите основные способы приготовления стандартных растворов. (5 баллов)

3. Чему равна индикаторная ошибка титрования 0,01 М  $\text{HNO}_3$  0,015 М  $\text{NaOH}$  с тимолфталейном ( $\text{pT}=10$ )? (5 баллов)
4. К раствору  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  добавили 25,00 мл раствора  $\text{NaOH}$  ( $T(\text{NaOH})=0,008922$ ). Кипячением удалили аммиак, а на титрование оставшейся щелочи затратили 8,65 мл раствора  $\text{HCl}$  ( $T(\text{HCl})=0,007236$ ). Вычислить массу  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  в исследуемом растворе. (7 баллов)
5. Как определить при совместном присутствии соляную и *o*-фосфорную кислоты? Покажите, как рассчитать массы этих веществ через объемы титранта. (5 баллов)

#### 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Итоговый контроль осуществляется в форме зачёта и экзамена по дисциплине. Зачёт получает студент, выполнивший и защитивший все лабораторные работы.

Экзаменационный билет по аналитической химии включает три вопроса. Первые два вопроса посвящены теоретическим основам химического анализа (см. приведенный ниже список). В третьем вопросе студенту предлагается решить практическую задачу. При оценке знаний студентов на экзамене учитывается баллы, полученные ими при написании контрольных работ по темам учебной дисциплины.

#### Вопросы к экзамену по дисциплине

Раздел 1 Методология химического анализа Метод и методика анализа. Аттестованная и модифицированная методика анализа. Виды химического анализа. Количественный и качественный анализ. Основные прикладные направления аналитической химии.

Раздел 2 Стадии химического анализа Основные стадии химического анализа. Выбор метода и методики анализа и составление схем анализа.

Раздел 3 Пробоотбор и пробоподготовка.

Представительность пробы; проба и объект анализа; проба и метод анализа. Генеральная, лабораторная и анализируемая пробы. Факторы, обуславливающие размер и способ отбора представительной пробы. Отбор проб гомогенного и гетерогенного состава. Особенности отбора газообразных, жидких и твердых проб. Способы получения средней пробы, первичная обработка и хранение проб. Основные способы перевода пробы в форму, необходимую для данного вида анализа: растворение, термическое разложение, сплавление. Способы интенсификации процесса подготовки проб. Способы устранения и учета загрязнений и потерь компонентов при пробоподготовке.

Методы выделения, разделения и концентрирования Классификация методов выделения, разделения и концентрирования. Методы разделения гетерогенных систем: фильтрация, седиментация, центрифугирование, флотация. Методы разделения гомогенных систем: осаждение, дистилляция, ректификация, отгонка, сорбция и экстракция.

Методы обнаружения и идентификации Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений. Идентификация атомов, ионов и веществ. Дробный и систематический анализ. Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ. Микрористаллоскопический анализ, пирохимический анализ, капельный анализ. Экспрессный качественный анализ в заводских и полевых условиях.

Количественный анализ Аналитический сигнал и помехи. Способы определения содержания по данным аналитических измерений.

Раздел 4 Метрологические основы химического анализа Основные метрологические понятия и представления. Основные характеристики метода анализа: точность, правильность, воспроизводимость, селективность, коэффициент чувствительности, предел обнаружения и др. Систематические и случайные погрешности.

Статистическая обработка результатов измерений. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа.

Раздел 5 Обеспечение и контроль качества результатов анализа Понятия обеспечения качества, контроль качества, система качества, политика качества, управление качеством результатов анализа. Проверка правильности выбранной методики. Аттестация методик анализа. Устойчивость методики анализа. Внутрिलाбораторная воспроизводимость, сходимость результатов анализа. Обеспечение качества результатов анализа: контрольные карты, ведение и хранение документации, межлабораторные эксперименты. Поверка средств измерений. Аккредитация аналитических лабораторий и проверка их компетентности.

Раздел 6 Химические реакции в аналитической химии. Основные типы химических реакций в аналитической химии: кислотно-основные, комплексообразования, окисления-восстановления. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Скорость реакций в химическом анализе. Химическое равновесие. Факторы, влияющие на положение химического равновесия. Закон действующих масс. Константы равновесия: термодинамические, реальные, условные; факторы, влияющие на их величины. Активность ионов. Коэффициент активности, факторы, влияющие на его величину. Ионная сила раствора. Расчет ионной силы раствора и коэффициентов активности ионов. Уравнения Дебая-Хюккеля и Дэвиса. Конкурирующие реакции, мольная доля иона. Вывод уравнения для расчета мольной доли аниона слабой многоосновной кислоты. Управление реакциями и процессами в аналитической химии.

Раздел 7 Кислотно-основное равновесие Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Реакция автопротолиза, константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Нивелирующий и дифференцирующий эффект растворителя. Водородный и гидроксильный показатели, мера кислотности (основности) неводных растворов. Кислотно-основное равновесие в многокомпонентных системах. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисления pH растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований.

Раздел 8 Титриметрический метод анализа. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Титрования по способу пипетирования и по способу отдельных навесок. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Первичные стандарты, требования к ним. Вторичные стандарты. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

Раздел 9 Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований. Расчет величины скачка на кривой титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Индикаторы кислотно-основного титрования. Основные положения ионной, хромофорной и ионно-хромофорной теорий индикаторов. Хромофоры, аукохромы, таутомеризация. pT индикаторов, интервал перехода окраски. Требования, предъявляемые к кислотно-основным индикаторам, принцип подбора индикаторов. Основные рабочие растворы в кислотно-основном титровании. Титрование многоосновных кислот и многокислотных оснований по ступеням, раздельное титрование смеси кислот (или оснований). Приемы титрования очень слабых кислот и оснований. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Погрешности титрования. Области практического применения методов кислотно-основного титрования. Определение кислотности пищевых продуктов, азота или  $\text{NH}_4^+$  в образцах, временной и постоянной жесткости воды.

*Типовые задачи:*

1. Определение фактора эквивалентности и молярной массы эквивалентов веществ по уравнению реакции.
2. Расчет концентрации полученных растворов.
3. Расчет среднего результата анализа и доверительного интервала.
4. Расчет абсолютной и относительной погрешности среднего.
5. Расчет предела обнаружения.
6. Вычисление ионной силы растворов, активностей и коэффициентов активности ионов.
7. Расчет мольной доли и равновесных концентраций ионов в растворах.
8. Расчет реальных констант и значений pH в растворах сильных и слабых электролитов с учетом и без учета ионной силы растворов.
9. Расчет pH в растворах амфолитов.
10. Вычисление pH в буферных растворах. Составление буферных растворов.
11. Расчет скачка и кривой титрования.
12. Вычисление результатов прямого, обратного и косвенного кислотно-основного титрования с использованием одного индикатора.
13. Вычисление результатов прямого кислотно-основного титрования с использованием двух индикаторов.

**Пример экзаменационного билета по дисциплине**  
**ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»**  
**Кафедра аналитической химии**  
**27.03.01 – «Стандартизация и метрология»**  
**Дисциплина «Основы анализа и аналитического контроля»**

**БИЛЕТ № 1**

1. Виды химического анализа. Выбор метода и методики анализа и составление схем анализа. Проверка правильности выбранной методики.
2. Химическое равновесие в аналитической химии. Закон действующих масс. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Константы равновесия: термодинамические, реальные, условные.
3. К 100,0 мл 0,06 М раствора фосфорной кислоты добавлено 75,00 мл 0,08 М раствора гидроксида калия и 25,00 мл дистиллированной воды. Вычислить pH полученного раствора. ( $K_{a1} = 7,52 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{a2} = 6,31 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{a3} = 1,26 \cdot 10^{-12}$ ).

Зав. Кафедрой аналитической химии,  
д.х.н., профессор

З. А. Темердашев

Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом. Экзамен по дисциплине преследует цель оценить уровень формирования компетенций, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устно или письменно устанавливается решением кафедры. Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины. Результат сдачи экзамена заноситься преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

### **Критерии оценки:**

- **отметка «отлично»** выставляется с учетом сформированности компетенций, если дан полный, правильный ответ, материал изложен в определенной логической последовательности демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения, находить пути решения познавательных задач, устанавливать причинно-следственные связи между строением, свойствами и применением веществ, в логическом рассуждении и решении задачи нет ошибок, задача решена рациональным способом;

- **отметка «хорошо»** выставляется студенту, если ответ полный и правильный на основе изученных теорий, материал изложен в определённой логической последовательности, при этом допускаются несущественные ошибки в ответах на теоретические вопросы или в решении задачи, которые студент может исправить по указанию преподавателя

- **отметка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если ответ полный, но при этом допущена существенная ошибка или ответ неполный, несвязный, не проявляются умения применять теоретические знания при решении практических проблем; знание предмета с заметными пробелами, неточностями, но такими, которые не служат препятствием для дальнейшего обучения

- **отметка «неудовлетворительно»** выставляется, если ответ обнаруживает незнание основного содержания учебного материала

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).**

### **5.1 Основная литература:**

1. Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов: в 2 т. Т. 1 / под ред. Ю. А. Золотова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Академия, 2010.
2. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 т. / Т. 1. / Кристиан Г; пер. с англ. А. В. Гармаша, Н. В. Колычевой, Г. В. Прохоровой; - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. (Лучший зарубежный учебник.).
3. Васильев В. П. Аналитическая химия: учебник для студентов вузов [в 2 кн.] / Кн. 1.: Титриметрические и гравиметрические методы анализа / Васильев В. П. - 6-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2007.
4. Васильев В.П. Аналитическая химия: сборник вопросов, упражнений и задач: учебное пособие для студентов вузов / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова - 4-е изд., стер. - М.: Дрофа, 2006.
5. Аналитическая химия: учебное пособие для вузов / А. И. Апарнев, Г. К. Лупенко, Т. П. Александрова, А. А. Казакова. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 107 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-04605-2.  
<https://biblio-online.ru/book/analiticheskaya-himiya-415275>

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

## 5.2 Дополнительная литература:

1. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: в 2 т. / Т. 1. / пер. с англ. А. Г. Борзенко и др.; под ред. Ю. А. Золотова; ред. Р. Кельнер и др. - М.: Мир: АСТ, 2004.
2. Аналитическая химия. В 3 т. Т.3. Химический анализ: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / [И.Г. Зенкевич и др.] под ред. Л.Н. Москвина. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
2. Аналитическая химия. В 3 т. Т.1. Методы идентификации и определения веществ: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / [А.А. Белюстин и др.] под ред. Л.Н. Москвина. – М.: Издательский центр «Академия», 2008.
3. Основы аналитической химии: задачи и вопросы: учебное пособие для студентов ун-тов // [В. И. Фадеева и др.]; под ред. Ю. А. Золотова. - Изд. 2-е, испр. - М.: Высшая школа, 2004.
4. Пробоподготовка в экологическом анализе : практическое руководство / Другов, Юрий Степанович, А. А. Родин ; Ю. С. Другов, А. А. Родин. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство / Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2001.
6. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. М.: Мир, 1984 или М.: Академсервис, 19
8. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. В 2-х т. М.: Мир, 1979, Т.1-2.

## 5.3. Периодические издания:

1. «Журнал аналитической химии», Россия, Москва.
2. «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», Россия, Москва.
3. «Аналитика и контроль», Россия, Екатеринбург.
4. «Spectrochimica Acta. Part B», издательство Elsevier
5. «Analytical Chemistry», издательство ACS
6. «Journal of Analytical Atomic Spectrometry», издательство RSC

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).**

<http://teksert-ntb.gubkin.ru>  
<http://www.sciencedirect.com>  
<http://www.rsc.org><http://www.scirus.com/>  
<http://www.ih tik.lib.ru/>  
<http://www.iupac.org/>  
<http://www.abc.chemistry.bsu.by/current/fulltext.htm>  
<http://www.anchem.ru/literature/http://www.sciencedirect.com>  
<http://webofknowledge.com>.  
<http://www.scopus.com/>  
<http://www.elibrary.ru/>

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).**

1. Пиль Л.И., Шеставин А.И. Аналитическая химия. Расчеты в титриметрическом анализе. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ. 2005

2. Цюпко Т.Г., Дмитриенко С.Г., Темердашев З.А., Воронова О.Б. Объекты окружающей среды и их аналитический контроль. Книга 1 Методы отбора и подготовки проб. Методы разделения и концентрирования. Учебное пособие. Краснодар, КубГУ. 2007

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал и разъясняются наиболее сложные аспекты изучаемых методов анализа. На лабораторных занятиях студенты закрепляют полученные теоретические знания, осваивают специфику и принцип работы аналитического оборудования, способы получения аналитического сигнала и перехода к концентрации аналита. При подготовке к лабораторной работе необходимо внимательно изучить теоретический материал по данной работе, технику выполнения эксперимента, ознакомиться с инструкциями к приборам, которые используются при выполнении работы.

**Обработка результатов лабораторных работ.** Отчёт о лабораторной работе должен содержать все полученные экспериментальные результаты, необходимые расчёты и выводы. Отчёт должен предоставляться преподавателю для проверки в течение недели после выполнения лабораторной работы. Проверка лабораторной работы сопровождается собеседованием с преподавателем. Выполненными считаются только принятые преподавателем лабораторные работы.

**Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине, в рамках которой студенты осуществляют проработку учебного (теоретического) материала, подготовку к текущему и промежуточному контролю, а также выполняют индивидуальные задания (например, готовят короткие сообщения и презентации).**

Перед решением задач необходимо внимательно изучить теоретический материал, проработать конспект лекции, разобрать примеры решения задач. Решение задач рекомендуется начинать с наиболее простых, близких к имеющимся в задачнике примерам. Не рекомендуется использовать готовые конечные формулы, которые выводятся в примерах решения задач. Запись в тетради должна содержать формулы и все вычисления с указанием единиц измерения. При вычислениях необходимо обращать внимание на их точность (использование нужного числа значащих цифр) и соблюдение правил округления.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **8.1 Перечень информационных технологий.**

Использование электронных презентаций при проведении практических занятий.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.**

Для построения графиков и выполнения необходимых расчётов для лабораторных работ необходима программа MS Excel, для создания презентаций необходима программа MS Power Point.

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

<http://www.consultant.ru/>

<http://student.garant.ru/>

<http://infoneeds.kubsu.ru/>

<http://www.elibrary.ru/>

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

| №  | Вид работ                                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Лекционные занятия                         | Лекционная аудитория                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2. | Семинарские занятия                        | Не предусмотрены                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3. | Лабораторные занятия                       | Лаборатория, укомплектованная специализированной лабораторной мебелью и аналитическим оборудованием в соответствии с программой лабораторных работ.                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4. | Курсовое проектирование                    | Курсовые работы не предусмотрены                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5. | Групповые (индивидуальные) консультации    | Учебные помещения факультета химии и высоких технологий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Учебные помещения факультета химии и высоких технологий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 7. | Самостоятельная работа                     | Самостоятельная работа студентов осуществляется в читальных залах библиотеки КубГУ, зале реферативных журналов, вычислительном центре КубГУ, Интернет-центре, а также других аудиториях факультета химии и высоких технологий с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. |