

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования

«Ивановский государственный химико-технологический университет»

Факультет органической химии и технологии

Кафедра аналитической химии



Утверждаю  
Проректор ИГХТУ по учебной работе  
проф. Бутман М.Ф.

2014

Рабочая учебная программа дисциплины

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Направление подготовки **240700 - Биотехнология**

Профили:

- пищевая биотехнология

Квалификация (степень) **Бакалавр**

Форма обучения **очная**

Иваново 2014

**1. Цели освоения дисциплины:** Освоение теоретических основ современных химических и физико-химических методов анализа, аналитических методик и приемов, статистической обработки результатов анализа, а также применение этих методов для анализа конкретных практических объектов.

Изучение дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» обеспечивает решение выпускником задач будущей профессиональной деятельности:

- научно-исследовательской: выполнение экспериментальных исследований и испытаний по заданной методике, математической обработке экспериментальных данных;
- производственно-технологической: организация и проведение входного контроля сырья и материалов; использование типовых методов контроля качества выпускаемой продукции.

**2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата:** Согласно ФГОС и ООП «Химическая технология» дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» является дисциплиной по выбору и относится к математическому и естественнонаучному циклу. Дисциплина изучается на втором курсе в третьем семестре и на третьем курсе в шестом семестре. Дисциплина базируется на результатах изучения дисциплин математического и естественнонаучного цикла, таких как математика, физика, общая и неорганическая химия, а также органическая, физическая химии. Для изучения дисциплины студент должен:

- знать основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния, методы описания химических равновесий в растворах электролитов; химические свойства элементов различных групп Периодической системы и их важнейших соединений, строение и свойства координационных соединений, свойства основных классов органических соединений.

- уметь рассчитывать равновесия в растворах кислот и оснований, комплексных соединений, окислительно-восстановительных системах, в гетерогенных системах.

- владеть теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в Периодической системе химических элементов.

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:**

Освоение дисциплины направлено на формирование профессиональной компетенции:

- умение представлять результаты выполненной работы в виде научно-технических отчетов, обзоров, научных докладов и публикаций с использованием современных возможностей информационных технологий (ПК8).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- место аналитической химии в системе наук;
- существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии;
- принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических);
- иметь представление об особенностях объектов анализа;
- основные этапы качественного и количественного химического анализа;

- теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических; методов разделения и концентрирования веществ;

- методы метрологической обработки результатов анализа.

#### Уметь:

- выполнить качественный и количественный анализ неорганических и органических соединений с использованием химических и физико-химических методов анализа;

- выбрать метод анализа для заданной аналитической задачи и провести статистическую обработку результатов аналитических определений.

#### Владеть:

- метрологическими основами анализа;

- методологией выбора методов анализа и навыками их применения.

### 4. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа), из них 143 часов аудиторных (32 часа лекции, 111 часов лабораторно-практических занятий), 109 часов - самостоятельная работа; форма итогового контроля – зачет с оценкой. Курс изучается в 3-ом и 6-ом семестрах.

| Вид учебной работы                                               | Всего часов     | 3 семестр |                 | 6 семестр |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------|
|                                                                  |                 | 3 семестр | 6 семестр       | 3 семестр | 6 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                                       | 143             | 68        | 75              |           |           |
| В том числе:                                                     |                 |           |                 |           |           |
| Лекции                                                           | 32              | 17        | 15              |           |           |
| Практические занятия (ПЗ)                                        | Нет             | Нет       | Нет             |           |           |
| Семинары (С)                                                     | Нет             | Нет       | Нет             |           |           |
| Лабораторно-практические занятия (ЛПЗ)                           | 111             | 51        | 60              |           |           |
| Самостоятельная работа (всего)                                   | 109             | 40        | 69              |           |           |
| В том числе:                                                     |                 |           |                 |           |           |
| Курсовой проект (работа)                                         | Нет             | Нет       | Нет             |           |           |
| Расчетные задания                                                | 20              | 10        | 10              |           |           |
| Рефераты                                                         | 20              | Нет       | 20              |           |           |
| Подготовка к коллоквиумам и отчетов по итогам лабораторных работ | 69              | 30        | 39              |           |           |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)                    | Зачет с оценкой | Зачет     | Зачет с оценкой |           |           |
| Общая трудоемкость час                                           | 252             | 108       | 144             |           |           |
| Зач. Ед.                                                         | 7               | 3         | 4               |           |           |

### 5. Содержание дисциплины

#### 5.1. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                  |
|-------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Аналитическая химия             | Элементный, качественный анализ, методы разделения и концентрирования веществ; методы количественного анализа (гравиметрический анализ, титриметрический анализ, кислотно-основное, окислительно-восстановительное, |



|   |                                  |                                                                                                                             |
|---|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                  | осадительное и комплексонометрическое титрование)                                                                           |
| 2 | Физико-химические методы анализа | Физико-химические методы анализа: спектральные методы анализа, электрохимические методы анализа, хроматографический анализ. |

### **Модуль 1. «Гравиметрический анализ»**

Введение. Предмет аналитической химии как науки, ее цели, задачи. Основные этапы развития аналитической химии. Качественный, структурный и количественный анализ. Общая схема аналитического определения.

Гравиметрический метод анализа. Метод отгонки, метод осаждения. Основные операции гравиметрического анализа. Форма осаждения и требования к ней. Условия получения кристаллических осадков. Соосаждение (адсорбция, окклюзия) и аналитические приемы борьбы с ним. Гравиметрическая форма и требования к ней. Расчеты в гравиметрическом анализе. Химические и физико-химические методы разделения ионов при контролируемой величине pH раствора; разделение ионов с помощью реакции комплексообразования; применение органических осадителей.

### **Модуль 2. «Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование»**

Титриметрический анализ. Сущность метода. Требования к реакциям титриметрического анализа. Основные понятия: эквивалент, молярная концентрация эквивалента, титр, условный титр. Классификация методов титриметрического анализа.

Кислотно-основное титрование. Теоретические основы метода. Кривые титрования: а) сильного основания сильной кислотой; б) слабой одноосновной кислоты сильным основанием; в) слабого основания сильной кислотой; г) соли слабой одноосновной кислоты сильным основанием.

Индикаторы кислотно-основного титрования; их важнейшие характеристики. Теории индикаторов. Способы выбора индикатора. Расчет диаграммы равновесий в водном растворе метилового оранжевого. Титрование смеси двух кислот, солей многоосновных кислот. Применение метода кислотно-основного титрования.

### **Модуль 3. «Осадительное титрование. Комплексонометрия»**

Осадительное титрование. Теоретические основы метода. Аргентометрия. Способы фиксирования точки эквивалентности. Расчет кривых титрования в методах аргентометрии, тиоцианатометрии, меркурометрии. Условия применения методов.

Комплексоны - перспективный класс химических соединений. Комплексонометрия. Условия комплексонометрических определений. Условные константы устойчивости. Комплексонометрическое титрование. Факторы, влияющие на величину скачка титрования в комплексонометрии: концентрация дополнительного лиганда и pH раствора. Расчет результатов титрования. Металлохромные индикаторы. Применение метода для определения катионов, и их смесей, анионов, органических соединений. Анализ сплавов. Определение жесткости воды.

### **Модуль 4. «Окислительно-восстановительное титрование»**

Окислительно-восстановительное титрование. Теоретические основы метода. Эквивалент, фактор эквивалентности окислителя и восстановителя. Требования к этим реакциям. Кривые титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования в редоксиметрии. Индикаторы, применяемые в редоксиметрии. Практическое применение методов перманганатометрии и иодометрии. Хроматометрия и броматометрия. Приготовление и стандартизация титрантов. Условия титрования. Индикаторы. Примеры определений.

## **Модуль 5. «Молекулярный спектральный анализ. (Фотометрический анализ. Нефелометрия и турбидиметрия)**

Классификация ФХМА, их аналитические характеристики, чувствительность, селективность, точность, экспрессность.

Общая характеристика и классификация спектральных методов анализа. Происхождение спектров поглощения в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной области спектра. Основные характеристики спектров поглощения. Абсорбционная спектроскопия: сущность и особенности наиболее распространенных в аналитической практике методов. Фотометрический анализ. Основной закон светопоглощения, оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент светопоглощения. Аддитивность светопоглощения. Условия соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера. Рассеяние света. Уравнение Релея. Приборы для фотометрии, спектрофотометрии, нефелометрии и турбидиметрии.

Выбор оптимальных условий фотометрического определения. Способы определения концентрации. Качественный и количественный анализ. Анализ в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной области. Расчеты в фотометрическом анализе. Аналитические характеристики фотометрического метода: чувствительность, точность, селективность. Применение метода абсорбционной спектроскопии для анализа неорганических и органических объектов.

## **Модуль 6. «Спектральные методы анализа. (Атомная эмиссионная спектроскопия. Атомно-абсорбционный анализ. Рентгеноспектральные методы анализа. Масс-спектральный анализ)**

Происхождение атомных спектров излучения и их вид. Особенности аппаратуры. Теоретические основы качественного и количественного эмиссионного спектрального анализа. Методы определения концентрации. Пламенная эмиссионная спектроскопия. Области применения спектральных эмиссионных методов, их аналитические характеристики: чувствительность, точность, селективность.

Атомно-абсорбционный анализ. Теоретические основы, особенности аппаратуры. Количественный анализ, достоинства метода. Сравнительная характеристика эмиссионной и абсорбционной атомной спектроскопии. Люминесцентный анализ, его сущность, особенности аппаратуры. Качественный и количественный анализ, применение. Рентгеноспектральные методы. Рентгенофлуоресцентный анализ. Теоретические основы, аппаратура. Основы и методы качественного и количественного анализа; применение метода. Масс-спектрометрия. Теоретические основы масс-спектрометрии. Основы качественного и количественного анализа, аппаратное оформление метода. Практическое применение методов.

## **Модуль 7. «Электрохимические методы анализа»**

Электрохимические методы анализа, их классификация. Электрохимическая реакция. Обратимые и необратимые системы, уравнение Нернста.

Основные узлы приборов для электрохимических методов анализа: ячейки, измерительные устройства, внешние источники тока. Электроды металлические и мембранные, их типы и назначение. Индифферентный электролит и его функции. Методы нахождения концентрации анализируемого вещества-прямые и косвенные; основные приемы и расчет результатов.

Кондуктометрический анализ: теоретические основы, принцип измерения электрической проводимости и устройства для этого. Примеры определений кондуктометрическим методом. Возможности и ограничения метода. Высокочастотное титрование.

Потенциометрический анализ: теоретические основы, принципы измерения Э.Д.С., измерительные приборы. Ионоселективные электроды, их устройство и типы. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Ионметрия: приемы и методы. Достоинства и недостатки ионометрии. Потенциометрическое титрование.

Вольтамперометрия. Полярографический анализ. Теоретические основы и аппаратура. Вольтамперная кривая, диффузионный ток, потенциал полуволны. Качественный и количественный полярографический анализ. Возможности полярографии и ограничение метода. Амперометрическое и биамперометрическое титрование.

Электроанализ. Законы Фарадея. Кулонометрия прямая и косвенная. Способы измерения количества электричества. Кулонометрическое титрование. Особенности кулонометрического титрования, достоинства метода. Сравнительная характеристика электрохимических методов анализа.

### Модуль 8. «Хроматографические методы анализа»

Хроматографические методы анализа, их физическая сущность и классификация. Молекулярная адсорбционная хроматография. Газовая хроматография. Распределительная жидкостная хроматография. Особенности методов, аппаратура, применение. Другие виды хроматографических методов: бумажная, тонкослойная, ионообменная, их аналитическое применение.

#### 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

| № п/п | Наименование обеспечиваемых<br>(последующих) дисциплин | №№ разделов данной дисциплины,<br>необходимых для изучения<br>обеспечиваемых (последующих)<br>дисциплин |   |
|-------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|       |                                                        | 1                                                                                                       | 2 |
| ПБ    |                                                        |                                                                                                         |   |
| 1     | Товароведение пищевых продуктов                        | 1                                                                                                       | 2 |
| 2     | Химия углеводов                                        | 1                                                                                                       | 2 |
| 3     | Химия полисахаридов                                    | 1                                                                                                       | 2 |
| 4     | Безопасность жизнедеятельности                         | 1                                                                                                       | 2 |
| 5     | Пищевые и биологически активные добавки                | 1                                                                                                       | 2 |
| 6     | Технология получения биологически<br>активных веществ  | 1                                                                                                       | 2 |

#### 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                            | Лекц. | Лаб.-практич. занятия | Семин | СРС | Всего часов |
|-------|------------------------------------------------------------|-------|-----------------------|-------|-----|-------------|
| 1     | Аналитическая химия                                        |       |                       |       |     |             |
| 1.1   | Гравиметрический анализ                                    | 3     | 11                    | -     | 10  | 24          |
| 1.2   | Титриметрический анализ                                    |       |                       | -     |     |             |
| 1.2.1 | Кислотно-основное титрование                               | 6     | 14                    | -     | 10  | 30          |
| 1.2.2 | Осадительное титрование. Комплексонометрическое титрование | 4     | 12                    | -     | 10  | 26          |
| 1.2.3 | Окислительно-                                              | 4     | 14                    | -     | 10  | 28          |



|     |                                   |   |    |   |    |    |
|-----|-----------------------------------|---|----|---|----|----|
|     | восстановительное титрование      |   |    |   |    |    |
| 2   | Физико-химические методы анализа  |   |    |   |    |    |
| 2.1 | Молекулярный спектральный анализ  | 4 | 22 | - | 19 | 42 |
| 2.2 | Спектральные методы анализа       | 4 | 6  | - | 17 | 38 |
| 2.3 | Электрохимические методы анализа  | 4 | 22 | - | 21 | 42 |
| 2.4 | Хроматографические методы анализа | 3 | 10 | - | 12 | 22 |

#### 6-7. Лабораторно-практические занятия

| № п/п | № раздела дисциплины | Наименование лабораторных работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Трудоемкость в часах |
|-------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 1     | 1.1                  | <u>Вводное занятие по теме:</u> Гравиметрический метод анализа. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение. Разделение ионов при контролируемой величине pH раствора; разделение ионов с помощью реакции комплексообразования; применение органических осадителей. Расчеты в гравиметрическом анализе. Использование метода отгонки в элементном анализе органических соединений.<br><u>Лабораторная работа:</u> Гравиметрическое определение сульфата                          | 11                   |
| 2     | 1.2.1                | <u>Вводное занятие по теме:</u> Метод кислотно-основного титрования. Расчеты в титриметрическом анализе: переход от одного способа выражения концентрации титранта к другому; расчет кривых титрования; расчет результатов прямого и обратного титрования, титрования по замещению. Особенности титрования многоосновных кислот, кислых солей и солей слабых кислот и оснований. Способы выбора индикатора.<br><u>Лабораторная работа:</u> Приготовление и стандартизация 0,1М раствора хлороводородной кислоты | 11                   |
| 3     | 1.2.1                | <u>Лабораторная работа:</u> Определение содержания щелочи и соды при совместном присутствии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3                    |
| 4     | 1.2.2                | <u>Вводное занятие по теме:</u> Осадительное титрование и комплексометрия. Расчет кривых титрования в методах аргентометрии, тиоцианатометрии, меркурометрии. Условия применения методов. Меркуриметрия. Комплексонометрическое титрование. Условные константы устойчивости. Факторы, влияющие на величину скачка титрования в комплексонометрии: концентрация дополнительного лиганда и pH раствора. Расчет результатов титрования.                                                                            | 9                    |

|   |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|---|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|   |       | <u>Лабораторная работа:</u> Приготовление и стандартизация раствора комплексона III.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
| 5 | 1.2.2 | <u>Лабораторная работа:</u> Комплексонометрическое определение иона металла (никеля, кобальта, висмута, свинца и т.д.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3  |
| 6 | 1.2.3 | <u>Вводное занятие по теме:</u> Окислительно-восстановительное титрование. Факторы, влияющие на величину скачка титрования в редоксиметрии. Перманганатометрия. Хроматометрия. Иодометрия. Броматометрия. Приготовление и стандартизация титрантов. Условия титрования. Индикаторы. Примеры определений.<br><u>Лабораторная работа:</u> Приготовление и стандартизация раствора перманганата калия или тиосульфата натрия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 11 |
| 7 | 1.2.3 | <u>Лабораторная работа:</u> Определение нитрит-иона, диоксида марганца в пиролюзите, кальция в растворе; определение меди, дихромат-иона и железа (III) при совместном присутствии методами редоксиметрии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3  |
| 8 | 2.1   | <u>Вводное занятие по теме:</u> Классификация ФХМА, их аналитические характеристики, чувствительность, селективность, точность, экспрессность. Кондуктометрический анализ: теоретические основы, принцип измерения электрической проводимости, приборы и техника измерений. Примеры определений кондуктометрическим методом. Возможности и ограничения метода. Высокочастотное титрование.<br><u>Лабораторная работа:</u> Кондуктометрическое титрование: определение п-фенилендиамина в среде ацетона, определение соды и щелочи, определение хлороводородной и уксусной кислот;<br><u>Высокочастотное титрование:</u> комплексонометрическое определение солей металлов (кальция, железа, никеля), определение глицина, определение фенолов | 6  |
| 9 | 2.1   | <u>Вводное занятие по теме:</u> Электрохимические методы анализа, их классификация. Основные узлы приборов: ячейки, измерительные устройства, внешние источники тока. Электроды металлические и мембранные, их типы и назначение. Индифферентный электролит и его функции. Основные приемы и расчет результатов. Потенциометрический анализ. Теоретические основы. Обратимые и необратимые системы, уравнение Нернста. Принципы измерения ЭДС, измерительные приборы. Достоинства и недостатки ионометрии. Потенциометрическое титрование.<br><u>Лабораторная работа:</u> Прямая потенциометрия.                                                                                                                                              | 6  |



|    |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|    |     | <p>определение фторид-ионов в воде методом добавок.</p> <p><i>Потенциометрическое титрование:</i> определение хлороводородной и борной кислот в их смеси, определение п-толуидина (или анилина), определение иодид- и хлорид-ионов в их смеси, определение смеси аминокислот в среде ледяной уксусной кислоты, определение <math>P_2O_5</math> в апатитовом концентрате</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
| 10 | 2.1 | <p><u>Вводное занятие по теме:</u> Вольтамперометрия. Полярографический анализ. Теоретические основы и аппаратура. Вольтамперная кривая, диффузионный ток, потенциал полуволны. Качественный и количественный полярографический анализ. Возможности полярографии и ограничение метода. Амперометрическое и биамперометрическое титрование.</p> <p><u>Лабораторная работа:</u> <i>Амперометрическое титрование:</i> определение цинка с гексацианоферратом (II) калия, определение меди, определение тиомочевины в техническом продукте</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6  |
| 11 | 2.1 | <p><u>Вводное занятие по теме:</u> Электроанализ. Законы Фарадея. Кулонометрия прямая и косвенная. Способы измерения количества электричества. Кулонометрическое титрование. Особенности кулонометрического титрования, достоинства метода. Сравнительная характеристика электрохимических методов анализа.</p> <p><u>Лабораторная работа:</u> <i>Кулонометрическое титрование:</i> определение меди, определение тиосульфат-ионов, определение уксусной кислоты</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6  |
| 12 | 2.2 | <p><u>Вводное занятие по теме:</u> Общая характеристика и классификация спектральных методов анализа. Атомные и молекулярные спектры, их происхождение, вид и основные характеристики. Абсорбционная спектроскопия: сущность и особенности наиболее распространенных в аналитической практике методов. Фотометрический анализ. Основной закон светопоглощения, оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент светопоглощения. Аддитивность светопоглощения. Условия соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера. Приборы для фотометрии и спектрофотометрии. Выбор оптимальных условий фотометрического определения. Способы определения концентрации. Качественный и количественный анализ. Анализ в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной области. Расчеты в фотометрическом анализе. Аналитические характеристики фотометрического</p> | 10 |

|    |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |
|----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|    |     | <p>метода: чувствительность, точность, селективность. Применение метода абсорбционной спектроскопии для анализа неорганических и органических объектов.</p> <p><u>Лабораторная работа:</u> <i>Фотометрическое определение индивидуальных веществ:</i> определение железа в присутствии никеля, определение железа в технической серной кислоте, определение фторида аммония в электролите фторидного цинкования, определение меди в электролите латунирования дифференциально-фотометрическим методом, фотометрическое определение фенилендиамина и его производных, определение этилендиаминтетраацетата натрия в растворе, определение поливинилового спирта (ПВС), <i>фотометрическое титрование</i> глицина в среде ледяной уксусной кислоты</p>                |   |
| 13 | 2.2 | <p><u>Лабораторная работа:</u> <i>Фотометрическое определение смеси двух веществ:</i> определение двух красителей при их совместном присутствии в растворе, определение дихромат- и перманганат-ионов при их совместном присутствии в растворе, определение железа и никеля при их совместном присутствии в растворе, определение Cr(III) и Cr(IV) при их совместном присутствии в растворе, <i>фотометрическое титрование</i> железа и меди при их совместном присутствии в растворе</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4 |
| 14 | 2.2 | <p><u>Вводное занятие по теме:</u> Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа. Основные количественные соотношения. Приборы для нефелометрических и турбидиметрических определений. Практическое применение методов нефелометрии и турбидиметрии.</p> <p><u>Лабораторная работа:</u> <i>Турбидиметрическое определение</i> сульфат-ионов, определение кальция</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6 |
| 15 | 2.3 | <p><u>Вводное занятие по теме:</u> Происхождение атомных спектров излучения и их вид. Особенности аппаратуры. Теоретические основы качественного и количественного эмиссионного спектрального анализа. Методы определения концентрации. Пламенная эмиссионная спектроскопия. Области применения спектральных эмиссионных методов, их аналитические характеристики: чувствительность, точность, селективность. Атомно-абсорбционный анализ. Теоретические основы, особенности аппаратуры. Количественный анализ, достоинства метода. Сравнительная характеристика эмиссионной и абсорбционной атомной спектроскопии. Люминесцентный анализ, его сущность, особенности аппаратуры. Качественный и количественный анализ, применение. Рентгеноспектральные методы.</p> | 6 |

|    |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|    |     | Рентгенофлуоресцентный анализ. Теоретические основы, аппаратура. Основы и методы качественного и количественного анализа; применение метода. Масс-спектрометрия. Теоретические основы масс-спектрометрии. Основы качественного и количественного анализа, аппаратное оформление метода                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
| 16 | 2.4 | Вводное занятие по теме: Хроматографические методы анализа, их физическая сущность и классификация. Молекулярная адсорбционная хроматография. Газовая хроматография. Распределительная жидкостная хроматография. Особенности методов, аппаратура, применение. Другие виды хроматографических методов: бумажная, тонкослойная, ионообменная, их аналитическое применение.<br><u>Лабораторная работа: Бумажная хроматография:</u> качественный анализ аминокислот, определение никеля, определение содержания красителя кислотного фиолетового в чернилах «Радуга -2» | 10 |

**8. Примерная тематика курсовых проектов (работ).** Курсовые проекты не предусмотрены.

**9. Образовательные технологии и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

С целью формирования и развития заявленных компетенций организацию учебного процесса рекомендуется осуществлять через лабораторно-практические занятия и индивидуальную самостоятельную работу студентов над курсом.

**При проведении лабораторного практикума** необходимо создать условия для максимально самостоятельного выполнения лабораторных работ. Поэтому при проведении лабораторного занятия преподавателю рекомендуется:

1. Провести экспресс-опрос (устно или в тестовой форме) по теоретическому материалу, необходимому для выполнения работы (с оценкой).
2. Проверить план выполнения лабораторных работ, подготовленный студентом дома (с оценкой).
3. Оценить работу студента в лаборатории и полученные им данные (оценка).
4. Проверить и выставить оценку за отчет.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных.

**При организации внеаудиторной самостоятельной работы** по данной дисциплине преподавателю рекомендуется использовать следующие ее формы:

- выполнение расчетных заданий разнообразного характера. Это - решение задач; подбор и изучение литературных источников; подбор иллюстративного и описательного материала по отдельным разделам курса в сети Интернет.
- выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Индивидуальное задание может получать как каждый студент, так и часть студентов группы.
- подготовка и написание докладов, рефератов на заданные темы.



Таким образом, в процессе изучения курса используется 57% аудиторных занятий (13% - лекции, 44% – лабораторно-практические) и 43% занятий отведено самостоятельной работе студентов.

### **Примерная тематика расчетных работ:**

#### *Раздел 1. Количественный анализ*

1. Расчет навески для анализа. Расчет объема осадителя при стехиометрическом соотношении компонентов и полуторном избытке осадителя, расчет потерь при промывании осадков. Определение массовой доли (в %) вещества в анализируемой пробе; косвенный анализ
2. Расчеты по приготовлению и стандартизации растворов сильных кислот и щелочей. Переход от одного способа выражения концентрации к другому, нормальная концентрация с поправочным коэффициентом. Расчет результатов по методу кислотно-основного взаимодействия. Расчет кривой титрования и выбор индикатора.
3. Расчеты по приготовлению и стандартизации титрантов в аргентометрии, меркурометрии и комплексонометрии. Расчет результатов осадительного и комплексонометрического титрования. Построение кривых титрования.
4. Расчет молярной массы эквивалента вещества, участвующего в редокс-реакции. Расчеты по приготовлению и стандартизации титрантов. Определение окислителей, восстановителей, ионов, не обладающих окислительно-восстановительными свойствами. Расчет кривой титрования. Выбор индикатора.

#### *Раздел 2. Физико-химические методы анализа*

1. Использование основных приемов физико-химических методов анализа (метода градуировочного графика, метода добавок, метода молярного свойства, метода титрования) для решения типовых задач по темам:
  - а) электрохимические методы анализа
  - б) фотометрический анализ, нефелометрия и турбидиметрия

**Примерная тематика докладов и рефератов** (модули 7 и 8 раздела 2 «ФХМА») приведена в методических указаниях [14, 16].

Используется модульно - рейтинговая технология образования (на протяжении всего изучения дисциплины).

Содержание дисциплины разделяется на 2 раздела (по числу семестров) по 4 модуля в каждом.

### **Раздел 1. Аналитическая химия (3 семестр, форма итогового контроля – зачет с оценкой).**

Модуль 1. Гравиметрический метод анализа. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Гомогенное осаждение. Разделение ионов при контролируемой величине pH раствора; разделение ионов с помощью реакции комплексообразования; применение органических осадителей. Расчеты в гравиметрическом анализе.

Изложение модуля необходимо начать с основных определений: гравиметрический фактор, форма осаждения, гравиметрическая форма и требования, к ним предъявляемые. Необходимо обратить внимание слушателей на умение выбрать на этой основе наиболее пригодные форму осаждения и гравиметрическую форму и обосновать условия осаждения малорастворимого соединения. В лабораторном практикуме обязательно ознакомить студентов с основными аналитическими приемами выполнения гравиметрического анализа и расчета результатов анализа. В данном модуле предусмотрено выполнение лабораторной работы и подготовка отчета по итогам выполнения лабораторной работы, расчетного задания в условиях внеаудиторной работы, семинар и текущий

контроль в виде собеседования и теста. Максимальное количество баллов по данному модулю – 12,5 баллов.

Модуль 2. Метод кислотно-основного титрования. Расчеты в титриметрическом анализе: переход от одного способа выражения концентрации титранта к другому; расчет результатов прямого и обратного титрования, титрования по замещению. Особенности титрования многоосновных кислот, кислых солей и солей слабых кислот и оснований. Способы выбора индикатора. Расчет кривых титрования.

При изучении метода кислотно-основного титрования необходимо, чтобы студенты уяснили особенности этого метода: приготовление и стандартизация титрантов, создание оптимальных условий титрования, возможности фиксирования точки эквивалентности. В лабораторном практикуме студенты должны освоить различные методики титриметрического анализа, уметь рассчитать массу или массовую долю вещества как в органических, так и неорганических объектах. В данном модуле предусмотрено выполнение 2 лабораторных работ и подготовка отчетов по итогам выполнения лабораторных работ, расчетного задания в условиях внеаудиторной работы, семинар и текущий контроль в виде коллоквиума и теста. Максимальное количество баллов по данному модулю – 22,5 баллов.

Модуль 3. Осадительное титрование и комплексометрия. Расчет кривых титрования в методах аргентометрии, тиоцианатометрии, меркурометрии. Условия применения методов. Меркуриметрия. Комплексометрическое титрование. Условные константы устойчивости. Факторы, влияющие на величину скачка титрования в комплексометрии: концентрация дополнительного лиганда и pH раствора. Расчет результатов титрования.

При изучении методов осаждения и комплексообразования необходимо обратить внимание студентов на расчеты гетерогенных равновесий, объяснить преимущества применения понятий “условное произведение растворимости”, “условная константа устойчивости”. В лабораторном практикуме студенты должны освоить: приготовление и стандартизацию титрантов как в методах осаждения, так и в комплексиметрии, уметь применять методы прямого, обратного титрования и вытеснительный вариант при комплексометрическом титровании. В данном модуле предусмотрено выполнение 2 лабораторных работ и подготовка отчетов по итогам выполнения лабораторных работ, расчетного задания в условиях внеаудиторной работы, семинар и текущий контроль в виде коллоквиума и теста. Максимальное количество баллов по данному модулю – 22,5 баллов.

Модуль 4. Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия. Хроматометрия. Иодометрия. Броматометрия. Приготовление и стандартизация титрантов. Условия титрования. Индикаторы. Примеры определений.

Приступая к изучению модуля 4, следует подчеркнуть особую роль реакций окисления-восстановления; обратить внимание на факторы, влияющие на величину окислительно-восстановительного потенциала системы; научить выбирать индикатор при редоксиметрическом титровании, использовать понятие фактора эквивалентности при расчете результатов анализа. В данном модуле предусмотрено выполнение 2 лабораторных работ и подготовка отчетов по итогам выполнения лабораторных работ, расчетного задания в условиях внеаудиторной работы, семинар и текущий контроль в виде коллоквиума и теста. Максимальное количество баллов по данному модулю – 22,5 баллов.

**Раздел 2. Физико-химические методы анализа (6 семестр, форма итогового контроля – зачет с оценкой).**



Модуль 5. Физико-химические методы анализа. Молекулярный спектральный анализ. Спектрофотометрия, нефелометрия и турбидиметрия. Атомные и молекулярные спектры, их происхождение и характеристики. Фотометрический анализ, законы светопоглощения. Основные узлы приборов для фотометрии и спектрофотометрии. Выбор оптимальных условий определений, способы определения концентраций. Качественный и количественный анализ в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной области спектра. Аналитические характеристики метода.

Приступая к изложению данного модуля следует напомнить основные характеристики электромагнитного излучения, различие между атомными и молекулярными спектрами. При рассмотрении происхождения спектров поглощения следует подчеркнуть их различную природу. Студент должен представлять вид спектра поглощения, его графическое изображение в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра; основные характеристики спектра поглощения (положение, высота, форма максимума, число максимумов). Следует особо отметить, какие факторы влияют на эти характеристики, какие физико-химические и аналитические характеристики можно извлечь при анализе спектров поглощения. Рассматривая анализ смеси окрашенных веществ, студенты должны знать закон аддитивности оптической плотности и уметь его применять для различных вариантов определения смесей двух окрашенных веществ (с использованием аналитического или графического способа расчета). При изложении методов определения концентраций следует подчеркнуть достоинства и ограничения того или иного метода и его применимость для анализа неорганических и органических веществ в различных областях спектра. При рассмотрении основных узлов приборов фотометрического анализа надо отметить различие в конструкционных материалах для разных областей спектра, дать спектральные характеристики источников излучения. *В данном модуле предусмотрено выполнение 3 лабораторных работ и подготовка отчетов по итогам выполнения лабораторных работ, расчетного задания в условиях внеаудиторной работы, семинар и текущий контроль в виде коллоквиума. Максимальное количество баллов по данному модулю – 30 баллов.*

Модуль 6. Спектральные методы анализа. Эмиссионный спектральный анализ. Происхождение атомных спектров излучения. Качественный и количественный спектральный анализ. Методы определения концентраций. Атомно-абсорбционный анализ. Сравнительная характеристика методов эмиссионной атомной спектроскопии. Люминесцентный анализ. Аппаратура и основы качественного и количественного люминесцентного анализа. Рентгеноспектральные методы, теоретические основы и разновидности. Рентгенофлуоресцентный анализ, теоретические основы, количественный и качественный анализ. Масс-спектральный анализ.

Освоение данного модуля предусматривает написание рефератов и устные доклады по предложенным темам. При подготовке студентов к устным докладам следует обращать внимание на теоретические основы методов. Так в атомно-абсорбционном анализе подчеркнуть связь между эмиссией квантов света и их избирательной абсорбцией. При изложении люминесцентного анализа важно подчеркнуть различие в происхождении эмиссионных и люминесцентных спектров. *В данном модуле предусмотрена подготовка студентом доклада по предложенной теме и написание реферата. Максимальное количество баллов по данному модулю – 5 баллов.*

Модуль 7. Электрохимические методы. Кондуктометрия и высокочастотное титрование. Потенциометрия и потенциометрическое титрование. Вольтамперометрия и амперометрическое титрование. Кулонометрия. Приборы, принципы и техника



измерений, электроды, электрические цепи, электролитические ячейки, способы и основные приемы расчета анализируемых количеств. Примеры определений.

Изложение модуля следует начать с основных понятий и определений, таких как электропроводность, электрофоретический и релаксационные эффекты, поляризация электрода (ориентационная и деформационная), диффузионный и миграционные токи, типы электродов (индикаторных и сравнения). В разделе потенциометрии следует уделить внимание ионселективным электродам, их типам и характеристикам (коэффициент селективности, время отклика, предел обнаружения, интервал выполнения электродной функции.). При рассмотрении кривых титрования следует обратить внимание на физико-химические свойства ионов (подвижность, полярографическая активность, потенциал восстановления), влияющие на вид этих кривых. При изучении потенциометрического титрования необходимо обратить внимание на методы определения точки эквивалентности (дифференциальный и интегральный методы, метод Грана, метод построения кривой по второй производной), на условия применения каждого метода. Необходимо подчеркнуть аналитические характеристики методов (чувствительность, точность, воспроизводимость, предел обнаружения). *В данном модуле предусмотрено выполнение 4 лабораторных работ и подготовка отчетов по итогам выполнения лабораторных работ, расчетного задания в условиях внеаудиторной работы, семинар и текущий контроль в виде коллоквиума. Максимальное количество баллов по данному модулю – 37,5 баллов.*

Модуль 8. Хроматографические методы анализа. Классификация по агрегатному состоянию фаз и методике проведения эксперимента. Принципы и физико-химические основы молекулярной абсорбционной, газовой, распределительной жидкостной хроматографии. Ионообменная, бумажная, тонкослойная хроматография. Особенности методов, аппаратура, качественный и количественный анализ.

При изучении содержания этого модуля, кроме лабораторных работ по теме следует уделить особое внимание различию хроматографических методов анализа, уделить внимание параметрам, используемым при проведении анализа. Студентам предлагается сделать доклады по данной тематике. В содержании докладов следует сделать акцент на различие в физико-химических основах каждого метода, принципы качественного и количественного анализа, возможности этих методов как для разделения, так и для анализа. *В данном модуле выполнение 1 лабораторной работы и подготовка отчета по итогам выполнения лабораторной работы, а также предусмотрена подготовка студентом доклада по предложенной теме или собеседование по всем темам модуля. Максимальное количество баллов по данному модулю – 7,5 баллов.*

#### **10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Система контроля по курсу включает: текущий контроль (коллоквиумы и собеседования по отдельным модулям программы, отчеты по лабораторным работам, расчетные задания, рефераты по отдельным модулям программы, тесты), промежуточную аттестацию по итогам третьего семестра – зачет (раздел 1) и итогам шестого семестра – зачет с оценкой (раздел 2).

При изучении 1 раздела (третий семестр) по результатам текущей работы студент может набрать 80 баллов, в том числе:

- 7 лабораторных работ - 20 баллов;
- 4 домашних задания - 10 баллов;
- 3 коллоквиума – 45 баллов;

- 1 собеседование – 5 баллов.

Итоговый зачет (тестирование) – 20 баллов.

При изучении 2 раздела (шестой семестр) студент может набрать 80 баллов, в том числе:

- 8 лабораторных работ - 20 баллов;

- 2 домашних задания - 5 баллов;

- 2 коллоквиума – 45 баллов;

- 2 доклада или реферата – 10 баллов;

Итоговый зачет (тестирование) – 20 баллов.

Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет половину от максимального.

Дифференцированная оценка на зачете определяется в соответствии с балльной системой оценок: 100-85 баллов - «отлично», 84-70 баллов - «хорошо», 69-52 баллов - «удовлетворительно», меньше 52 баллов - «неудовлетворительно»:

- оценка «отлично» (100-85 баллов) выставляется студенту, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные рабочей программой учебной дисциплины (разделом), усвоившему основную литературу и ознакомленному с дополнительной, рекомендованной рабочей программой, а также усвоившему взаимосвязь основных понятий дисциплины (раздела) в их значении для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала;

- оценка «хорошо» (84-70 балла) выставляется студенту, обнаружившему полное знание программного материала, успешно выполняющему предусмотренные в программе задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную в программе, а также показавшему систематический характер знаний по дисциплине (курсу, модулю) и способному к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

- оценка «удовлетворительно» (69-52 балла) выставляется студенту, обнаружившему знание основного программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, предусмотренных программой, при этом допустившему погрешности в ответе, при выполнении заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

- оценка «неудовлетворительно» (менее 26 баллов) выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

Для текущего контроля успеваемости по каждому модулю изучаемой дисциплины и промежуточной аттестации применяются коллоквиумы, собеседования, доклады и рефераты, тесты.

Разработаны комплекты билетов (по 20 билетов) для сдачи собеседования в модуле 1 и коллоквиумам в модулях 2-4 раздела «Количественный анализ» в третьем семестре и в модулях 5-6 раздела «ФХМА» в шестом семестре. Контроль знаний студентов на всех этапах осуществляется путем компьютерного тестирования. Комплект тестовых заданий для контроля текущей успеваемости по разделу 1 «Количественный анализ» состоит из 260 заданий - в основном закрытого типа, для итогового контроля – из 260 заданий. Выдаваемый каждому студенту индивидуальный итоговый тест включает в себя по 20 заданий по всему разделу 1 и генерируется с помощью специальной программы. Время проведения тестирования рассчитывается исходя из трех минут на одно задание. Комплект тестовых заданий для контроля итоговой успеваемости по разделу 2 «Физико-химические методы анализа» состоит из 160 заданий. Выдаваемый

каждому студенту индивидуальный итоговый тест включает в себя по 16 заданий по всему разделу 2 и также генерируется с помощью специальной программы. Время проведения тестирования рассчитывается исходя из двух минут на одно задание.

Пример билета для сдачи коллоквиума по модулю 2

1. Какие требования предъявляются к реакциям, используемым в титриметрическом анализе?
2. В каком случае из двух сравниваемых величина скачка титрования будет больше:  
 $0,1 \text{ M C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 0,1 \text{ M HCl}$   
 $0,1 \text{ M C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + 0,1 \text{ M HCl}$ ?
3. Какую индикаторную ошибку следует учитывать при титровании  $\text{NaOH} + \text{HCl}$  с метиловым оранжевым и какую при титровании с тимолфталейном?
4. Назвать способы установления нормальной концентрации рабочих растворов (титрантов) и привести примеры.
5. Какими способами определяется содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в удобрениях?

Пример билета для сдачи коллоквиума по модулю 5

1. Какое свойство измеряют в потенциометрических методах анализа? Какие функции выполняют индикаторные электроды и какие – электроды сравнения? Какие требования к ним предъявляются? Приведите примеры индикаторных электродов и электродов сравнения.
2. Приведите принципиальную схему полярографической установки с ртутным каплющим электродом. Что такое «постоянная капилляра» и какое значение она имеет для практики?
3. Можно ли в растворе, содержащем  $\text{NaOH}$  и  $\text{NH}_4\text{OH}$ , определить содержание обоих компонентов методом кондуктометрического титрования раствором  $\text{HCl}$ ? Какой вид имеет кривая титрования этой смеси?
4. Что такое потенциал разложения и перенапряжения? Назовите основные причины перенапряжения. Чему равна действительная величина ЭДС, при которой происходит электролиз?

Примерный тест для контроля текущей успеваемости по модулю 3

1. Для определения цинка методом осадительного титрования используется рабочий раствор:
  - 1)  $\text{AgNO}_3$
  - 2)  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$
  - 3)  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$
2. В аргентометрии для фиксирования точки эквивалентности адсорбционные индикаторы применяются :
  - 1) в методе Мора
  - 2) в методе Фольгарда
  - 3) в методе Фаянса
3. Для расчета равновесий в растворе при титровании иона  $\text{Cd}^{2+}$  Трилоном Б в среде аммонийного буфера следует использовать константу устойчивости:



$$1) \beta'_{\text{CdY}^{2-}} = \frac{\beta_{\text{CdY}^{2-}}}{\alpha_{\text{Cd}^{2+}} \cdot \alpha_{\text{Y}^{4-}}}$$

$$2) \beta'_{\text{CdY}^{2-}} = \frac{\beta_{\text{CdY}^{2-}}}{\alpha_{\text{Cd}^{2+}}}$$

$$3) \beta'_{\text{CdY}^{2-}} = \frac{\beta_{\text{CdY}^{2-}}}{\alpha_{\text{Y}^{4-}}}$$

4. Для стандартизации рабочего раствора в меркуриметрии в качестве установочного вещества используется:

- 1)  $\text{NaNO}_3$
- 2)  $\text{NaCl}$
- 3)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

5. Комплексонометрическое определение ионов  $\text{Fe(III)}$  проводят по методике:

- 1) прямое титрование в кислой среде
- 2) прямое титрование в среде аммонийного буфера
- 3) титрование по замещению в кислой среде

Примерный тест для итогового контроля знаний студентов по разделу «ФХМА».

1. В спектрофотометрических методах анализа используется свойство:

- а) излучение света атомами вещества;
- б) поглощение света атомами вещества;
- в) поглощение света молекулами или ионами;
- г) рассеяние света частицами вещества.

2. В далекой ультрафиолетовой области ( $\lambda < 200 \text{ нм}$ ) поглощает свет вещество:

- а)  $\text{C}_2\text{H}_6$ ;
- б)  $\text{HCl}$ ;
- в)  $\text{MnCl}_2$ ;
- г)  $\text{C}_6\text{H}_6$ .

3. Закону Бугера–Ламберта–Бера соответствует формула:

- а)  $I = I_0 \cdot k \cdot c$ ;
- б)  $I = a \cdot c^b$ ;
- в)  $I = I_0 10^{-\epsilon lc}$ ;
- г)  $I = I_0 \cdot k \cdot (1 - 10^{-\epsilon lc})$ .

4. При определении оптической плотности не взаимодействующих друг с другом веществ с концентрацией  $c_1$  и  $c_2$  получены значения  $A = 0,3$  и  $A = 0,2$ . Оптическая плотность раствора, содержащего одновременно оба этих вещества в тех же концентрациях ( $l = \text{const}$ ,  $\lambda = \text{const}$ ) равна:

- а)  $A = 0,1$ ;
- б)  $A = 0,2$ ;
- в)  $A = 0,5$ ;
- г)  $A = 0,3$ .

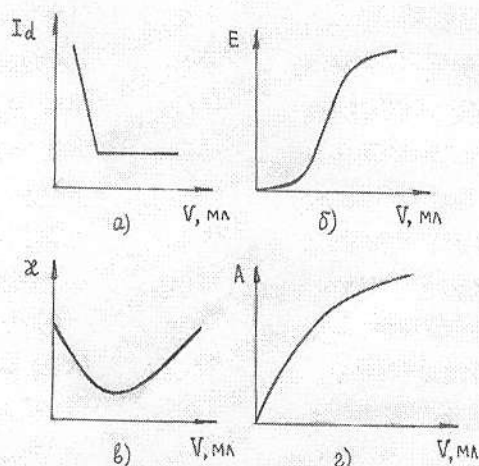
5. В основу метода прямой кондуктометрии положена зависимость:

- а) зависимость электрической проводимости от концентрации определяемого вещества;
- б) зависимость подвижности определяемого иона от его концентрации;
- в) зависимость силы тока от электрического сопротивления раствора;
- г) зависимость электрической проводимости от величины заряда ионов определяемого вещества.

6. В методе прямой потенциометрии линейный градуировочный график следует строить в координатах:

- а)  $E - c(x)$ ;
- б)  $E - \lg c(x)$ ;
- в)  $\lg E - \lg c(x)$ ;
- г)  $\lg E - c$ .

7. Потенциометрическое титрование  $\text{HCl}$  раствором  $\text{NaOH}$  характеризует кривая:



8. Схематическая запись  $\text{Pt}(\text{H}_2)/2\text{H}^+$  соответствует электроду:

- а) стеклянному;
- б) водородному;
- в) хингидронному;
- г) каломельному.

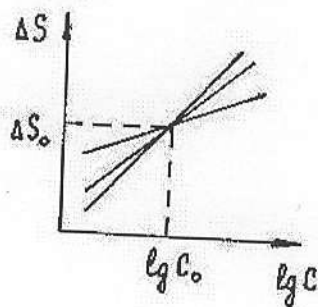
9. В основе эмиссионного спектрального анализа лежит физический процесс:

- а) энергетический переход внутренних электронов в молекуле;
- б) энергетический переход внешних электронов в молекуле;
- в) переход внешних электронов в атоме возбужденного уровня на более низкий;
- г) переход внешних электронов в атоме с основного уровня на возбужденный.

10. Наиболее точные результаты дает метод количественного эмиссионного анализа:

- а) метод постоянного графика;
- б) метод трех эталонов;
- в) метод переводного коэффициента;
- г) метод одного эталона.

11. Выполнен анализ методом эмиссионной спектроскопии. Градуировочные графики имеют следующий вид:



Они относятся к методу:

- а) методу трех эталонов;
- б) методу постоянного графика;

в) методу одного эталона;

г) методу добавок.

12. В газовой хроматографии катарометр относится к типу детекторов:

а) к детекторам по теплопроводности (ДТП);

б) к детекторам ионизации в пламени (ДИП);

в) к детекторам электронного захвата;

г) к термохимическим детекторам.

### 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Кочергина Л.А., Черников В.В., Филимонов Д.А. Лабораторный практикум по химическим методам анализа (количественный анализ). ИГХТУ. Иваново. 2011. 116 с.
2. Филимонов Д.А., Волков А.В., Кочергина Л.А., Дмитриева Н.Г. Лабораторный практикум по физико-химическим методам анализа (фотометрия и турбидиметрия). (Под. ред. Базанова М.И.). ИГХТУ. Иваново. 2011. (библ. №186).
3. Базанов М.И., Кочергина Л.А., Морозова Р.П., Черников В.В. Физико-химические методы анализа (электрохимические и хроматографические методы анализа): лаб. практикум. (Под. ред. Базанова М.И.). ИГХТУ. Иваново. 2012. 117 с.
4. Чернявская Н.В., Лыткин А.И., Душина С.В. Руководство по проведению семинарских занятий по физико-химическим методам анализа: метод. указания. (Под. ред. Базанова М.И.). ИГХТУ. Иваново. 2012. 68 с. (библ. №132).
5. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. -М.:ИД «Альянс», 2007.

б) дополнительная литература

6. Васильев В.П. Аналитическая химия. Кн.1,2. Титриметрический и гравиметрический методы анализа. Физико-химические методы анализа. - М., Дрофа, 2002.
7. Васильев В.П., Морозова Р.П., Кочергина Л.А. Аналитическая химия. Лабораторный практикум. - М., Дрофа, 2004.
8. Васильев В.П., Кочергина Л.А., Орлова Т.Д. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач. - М., Дрофа, 2003.
9. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии. М.: Высшая школа. 2004. ч.1,2.
10. Базанов М.И., Кочергина Л.А., Катровцева А.В., Воробьев П.Н., Волков А.В., Горболенова Г.Г. Раздаточный материал к лекционному курсу по аналитической химии. (Количественный анализ). ИГХТУ. Иваново, 2004 (библ. №933).
11. Базанов М.И., Лыткин А.И., Черников В.В., Чернявская Н.В. Раздаточный материал к лекционному курсу «Физико-химические методы анализа». Методические указания. ИГХТУ. Иваново, 2004 (библ. №910).
12. Базанов М.И., Кочергина Л.А., Орлова Т.Д. Расчеты в количественном анализе. (Под ред. Базанова М.И.). Иваново, 2005. ( библ. № 949).
13. Кочергина Л.А., Орлова Т.Д., Горболенова Г.Г., Катровцева А.В. Задания для экспресс-опроса студентов при изучении курса «Аналитической химии». (Под. ред. Базанова М.И.). Иваново. 2005. (библ. №958).
14. Дмитриева Н.Г., Лыткин А.И., Орлова Т.Д., Чернявская Н.В. Методические указания по выполнению самостоятельной работы при изучении физико-химических методов анализа. (Под. ред. Базанова М.И.). ИГХТУ. Иваново. 2004 (библ. №911).
15. Лыткин А.И., Дмитриева Н.Г., Чернявская Н.В. Задания для экспресс-опроса студентов при изучении курса «Физико-химические методы анализа». Методические указания. ИГХТУ. Иваново, 2006. (библ. №982).
16. Морозова Р.П., Волков А.В. Тематика докладов и вопросы для собеседования по физико-химическим методам анализа. Методические указания. ИГХТУ. Иваново. 2005. (библ. №965).



17. Воробьев П.Н., Волков А.В. Содержание занятий в лабораторном практикуме по аналитической химии (количественный анализ) и физико-химическим методам анализа (ФХМА). Методические указания. ИГХТУ. Иваново. 2009. (библ. № 477).
18. Кочергина Л.А., Базанов М.И., Орлова Т.Д., Катровцева А.В., Горболенова Г.Г. Билеты для входного контроля знаний студентов перед изучением аналитической химии. Метод. указания. ИГХТУ. Иваново, 2007. 36 с. (библ. №121)
19. Лыткин А.И., Чернявская Н.В. Билеты для входного контроля знаний студентов при изучении курса "Физико-химические методы анализа". Метод. указания. Иваново, 2007. 20 с. (библ. №141)
20. Базанов. М.И., Васильев В.П., Черников В.В. и др. Сборник задач по аналитической химии (физико-химические методы анализа) (под ред. Базанова М.И., Васильева В.П.) ИГХТУ. Иваново. 2000. 208 с.
21. Кочергина Л.А., Орлова Т.Д., Дмитриева Н.Г., Морозова Р.П. Сборник задач по аналитической химии. (Под ред. Базанова М.И.). ИГХТУ. Иваново. 2007. 120 с.
22. Кочергина Л.А., Филимонов Д.А. Основные химико-аналитические методы определения некоторых соединений в сырье, полупродуктах, продуктах химической промышленности и объектах окружающей среды. (Под ред. Базанова М.И.). ИГХТУ. Иваново. 2010. 60 с.

в) программное обеспечение

**I. в разделе дисциплины «Количественный анализ»** (вид занятий, темы занятий и название программ:

расчет долевого распределения частиц для построения диаграмм равновесия в водном растворе многоосновных кислот (программа RRSU), расчет кривых титрования (программа RRSU ).

**II. в разделе дисциплины «Физико-химические методы анализа»**

| Вид занятий         | Темы занятий                                                        | Название программы |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Лабораторная работа | Определение тиосульфата методом кулонометрического титрования.      | KYLON              |
| Лабораторная работа | Определение уксусной кислоты методом кулонометрического титрования. | HAс                |
| Лабораторная работа | Анализ смеси красителей фотометрическим методом.                    | MIXTR              |
| Лабораторная работа | Определение цинка методом амперометрического титрования.            | GZN                |
| Лабораторная работа | Определение ЭДТА фотометрическим методом                            | EDTA               |

программа для расчета систем линейных уравнений «Excel»

Зачетные тесты по разделам дисциплины подготовлены с использованием программы SunRav TestOfficePro версия 5.0.3.209

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы  
Stability Constants Database SEQUERY 2001, YUPAC and Academic Software Version 5.20. Computer relase complied by Pellit L.D., Pourell H.K.J. UK.

## 12. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные занятия проходят в четырех учебных лабораториях площадью 306 м<sup>2</sup> и двух весовых комнатах площадью 36 м<sup>2</sup>. Общая площадь научных лабораторий кафедры, на которых ежегодно выполняется около десяти дипломных научных работ студентов, а

также проходят занятия с магистрантами, равна 216 м<sup>2</sup>. С учебным процессом связаны 432 м<sup>2</sup> площади, вспомогательные помещения занимают 36 м<sup>2</sup>.

В лабораторных практикумах по аналитической химии и ФХМА используется как типовое лабораторное оборудование: фотоэлектроколориметры типа КФК-2 (17 шт.), люминесцентные фотометры ЛМФ-72 (2 шт.), аналитические весы АУ – 24 шт., весы марок ВЛР-200 (12 шт.) и ВЛКТ – 500 (7 шт.), ионометры ЭВ-74 (4 шт.), мосты постоянного тока, кондуктометр (2 шт.), цифровые вольтметры типа Ц-1516, рН-метры (8 шт.), титраторы (2 шт.), титровальная установка, дистиллятор, печи муфельные (1 шт.), центрифуги, водяные бани и др., так и оригинальные экспериментальные установки, конструкции которых разработаны преподавателями кафедры

На кафедре имеется определенная база оргтехники и ЭВМ. Кафедра оснащена ПЭВМ типа Pentium (10 шт.). ЭВМ укомплектованы принтерами Epson LX-1050 (1 шт.), LX-300+ (1 шт.), принтерами Laser (5 шт.), а также струйными принтерами (2 шт.) и. Имеются сканеры ScanJet5P, SJ 2400, а также multifunctional устройство Canon.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению и профилю подготовки

Авторы:

ИГХТУ

(место работы)

зав. каф.

(занимаемая должность)

М.И. Базанов

(инициалы, фамилия)

ИГХТУ

(место работы)

доцент

(занимаемая должность)

Н.В. Чернявская

(инициалы, фамилия)

Заведующий кафедрой аналитической химии профессор М.И. Базанов

Рецензент:

ИвГУ

(место работы)

профессор

(занимаемая должность)

Е.В. Козловский

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании секции естественно-научных дисциплин НМС

от 14.03.2014

года, протокол №

н2

Председатель секции НМС профессор Бутман М.Ф.

# РЕЦЕНЗИЯ НА РАБОЧУЮ УЧЕБНУЮ ПРОГРАММУ

Дисциплины Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Направление подготовки 240700 - Биотехнология

Профиль подготовки - пищевая биотехнология

|                                                                                                                                                      |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Соответствие логической и содержательно-методической взаимосвязи данной дисциплины с другими частями ООП                                             | Соответствует |
| Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (указать конкретно номера компетенций)                                        | ПК-8          |
| Соответствие аудиторной и самостоятельной нагрузки учебному плану                                                                                    | Соответствует |
| Процент лекционных занятий от аудиторной нагрузки (указать конкретно)                                                                                | 22%           |
| Последовательность и логичность изучения модулей дисциплины                                                                                          | Соответствует |
| Наличие междисциплинарных связей с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами                                                                       | Присутствуют  |
| Соответствие видов самостоятельной работы требованиям к выпускникам в ГОС                                                                            | Соответствует |
| Соответствие диагностических средств (экзаменационных билетов, тестов, комплексных контрольных заданий и др.) требованиям к выпускнику по данной ООП | Соответствует |
| Использование активных и интерактивных форм проведения занятий (указать конкретно)                                                                   | -             |
| Учебно-методическое и информационное обеспечение                                                                                                     | Соответствует |
| Материально-техническое обеспечение данной дисциплины                                                                                                | Соответствует |

Дополнения:

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Считаю, что вышеуказанная рабочая учебная программа соответствует  
(соответствует, не соответствует, требует доработки)  
указанному направлению и профилю подготовки.

Рецензент Козловский Е.В., профессор, ИвГУ  
(Ф.И.О., должность, место работы)



Подпись Козловский Е.В. (подпись)  
Специалист УК ИвГУ  
" 22 " 11 2014

М.П.