

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

**И.А. Екимова**

# **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

**Методические указания по организации самостоятельной работы  
студентов**

**Томск 2012**

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ  
(ТУСУР)

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга  
(РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой РЭТЭМ, д.т.н.  
\_\_\_\_\_ В.И. Туев  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

**Физико-химические методы в биологических исследованиях**

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

2012

Екимова И.А. Физико-химические методы в биологических исследованиях. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов. – Томск: 2012. – 24 с.

Методические указания по физико-химическим методам в биологических исследованиях предназначены для специальностей изучающих курс «Физико-химические методы в биологических исследованиях». Учебное издание также может быть использовано и при изучении таких дисциплин, как «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды», «Экология». Включает методические рекомендации для студентов и преподавателей, материалы промежуточного и итогового контроля знаний студентов.

© Екимова И.А., 2012

© Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), 2012

## Содержание

Введение	5
1 Основные вопросы, рассматриваемые в рамках изучения дисциплины «Физико-химические методы в биологических исследованиях»	6
2 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)	9
2.1. Текущая и опережающая СРС	9
2.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа	9
2.3. Темы, выносимые на самостоятельную проработку	9
2.4. Темы индивидуальных заданий	9
2.5. Контроль самостоятельной работы	10
2.6. Тематика контрольных работ и методические рекомендации по их выполнению	10
2.6.1. Вопросы для контрольной и самостоятельной видов работ	11
3 Методические указания для студентов	13
4 Методические указания для преподавателей	15
5 Материалы итогового контроля	16
Список литературы	24

## *Введение*

Целью изучения дисциплины «Физико-химические методы в биологических исследованиях» является формирование способности понимать природу и сущность явлений и процессов в различных химических и физико-химических системах, лежащих в основе химических и физико-химических методов идентификации и определения веществ, необходимых для оптимального выбора метода, схемы анализа объектов окружающей среды.

Дисциплина нацелена на подготовку специалистов-экологов к:

- научно-исследовательской работе в профессиональной области, связанной с контролем различных объектов окружающей среды;
- проектно-конструкторской и надзорной работе в области мониторинга качества окружающей среды.

Основными задачами изучения «Физико-химические методы в биологических исследованиях» являются:

- изучение основ анализа биоэкологических систем с использованием структурно-функционального подхода;
- рассмотрение физико-химических методов воздействия на биоэкологические системы;
- изучение особенностей отклика биоэкологических объектов на физико-химические факторы.

В результате изучения дисциплины студент должен **ЗНАТЬ:**

- основные теоретические положения, лежащие в основе физико-химических (хроматографических, электрохимических, оптических) методов идентификации и определения веществ;
- специфичность аналитического сигнала и особенности его измерения в различных методах анализа;
- способы отбора проб для анализа природной среды и методами пробоподготовки, методы и приборы измерения параметров биосферы.

**УМЕТЬ:**

- выполнять качественный и количественный анализ некоторых промышленных и природных объектов на основе самостоятельного выбора схемы анализа и методики его проведения;
- определять предполагаемый источник выбросов и сбросов вредных веществ и процессов и оценивать уровень загрязнений;
- применять нормативно-правовые положения при организации инспекционной и аудиторской деятельности.

Студент должен **ВЛАДЕТЬ:**

- способами приготовления растворов заданной концентрации;
- приемами работы на различных аналитических установках и приборах, предназначенными для контроля параметров окружающей среды;
- способами измерения аналитического сигнала и расчета результатов анализа;
- методиками расчета метрологических характеристик результатов анализа.

# **1 Основные вопросы, рассматриваемые в рамках изучения дисциплины «Физико-химические методы в биологических исследованиях»**

## **Раздел 1. Основы качественного и количественного анализа.**

### **Тема 1. Введение в аналитическую химию.**

Предмет аналитической химии (АХ). Место АХ среди других наук. Значение АХ в науке, технике, промышленности. Основные объекты анализа. Значение аналитической химии в науке, технике, промышленности. Краткая историческая справка развития АХ. Современное состояние АХ, основные аналитические проблемы. Химический контроль производства. Классификация методов количественного анализа. Сравнительная характеристика химических, физико-химических и физических методов анализа. Элементный, молекулярный, фазовый анализ. Качественный и количественный анализ.

### **Тема 2. Теоретические основы качественного и количественного анализа.**

Введение в качественный анализ. Классификация химических методов качественного анализа. Особенности и характеристики аналитических реакций, способы и условия их проведения, чувствительность, активность и специфичность реакций. Дробный и систематический ход анализа. Классификация катионов и анионов.

Сущность количественного анализа. Классификация химических методов количественного анализа: титриметрические и гравиметрические. Основные этапы анализа различных объектов: отбор средней пробы и подготовка ее к анализу. Выбор метода анализа. Некоторые вопросы метрологии. Классификация погрешностей в количественном анализе. Точность и правильность анализа. Применение методов математической статистики при обработке результатов анализа.

## **Раздел 2. Титриметрические методы анализа.**

### **Тема 1. Теоретические основы титриметрических методов анализа.**

Сущность титриметрии. Классификация титриметрических методов анализа. Способы титрования: прямое, обратное, косвенное. Методы пипетирования и отдельных навесок. Требования к реакциям, используемым в титриметрии. Способы приготовления и установки концентраций рабочих растворов.

### **Тема 2. Теоретические основы кислотно-основного и окислительно-восстановительного титрования**

Сущность кислотно-основного титрования. Рабочие растворы, стандартные и определяемые вещества.

Кислотно-основное равновесие в водных растворах. Водные растворы сильных и слабых кислот, сильных и слабых оснований. Расчет рН. Буферные

растворы в химическом анализе. Их состав, буферная емкость, расчет рН. Использование гидролиза в аналитической химии. Расчет рН в растворах гидролизующихся солей. Кривые титрования в методе нейтрализации. Расчет скачка на кривых титрования. Индикаторы в методе нейтрализации. Выбор индикаторов в методе нейтрализации. Практическое использование методов кислотно-основного титрования.

Сущность метода окислительно-восстановительного титрования. Особенности реакций окисления-восстановления, используемых в анализе. Окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста. Константа равновесия окислительно-восстановительных реакций. Направление ОВР. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования. Кривые титрования. Способы определения точки эквивалентности в методах окислительно-восстановительного титрования. Аналитические возможности методов окислительно-восстановительного титрования.

### **Тема 3. Теоретические основы методов комплексометрического и осадительного титрования.**

Общая характеристика метода использования реакций комплексообразования в аналитической химии. Равновесие аналитических реакций комплексообразования и их регулирование. Константы устойчивости. Сущность метода комплексометрии. Комплексоны, их применение в химическом анализе. Металлоиндикаторы метода комплексометрии, сущность их действия. Аналитические возможности комплексометрического метода. Требования, предъявляемые к реакциям осаждения в титриметрическом анализе. Классификация методов осадительного титрования. Кривая титрования. Индикаторы. Метод Мора, метод Фольгарда, метод Фаянса. Практическое применение метода осадительного титрования.

## **Раздел 3. Физико-химические методы анализа.**

### **Тема 1. Введение в физико-химические методы анализа.**

Общая характеристика *ФХМА* (чувствительность, точность, достоинства, недостатки). Классификация *ФХМА*. Виды аналитических сигналов, характеристики аналитических сигналов, способы измерения аналитических сигналов.

### **Тема 2. Электрохимические методы анализа.**

Классификация электрохимических методов анализа. Основные понятия, используемые в методе. Потенциометрические методы анализа: сущность метода, системы электродов. Требования к индикаторным электродам и электродам сравнения. Прямая потенциметрия, потенциометрическое титрование. Метрологические характеристики метода. Вольтамперометрия. Сущность метода. Принципиальная схема установки. Электроды. Качественный и количественный полярографический анализ. Амперометрия. Сущность метода, принципиальная схема установки. Выбор системы

электродов, выбор потенциала индикаторного электрода. Типы кривых титрования. Метрологические характеристики метода.

### **Тема 3. Спектроскопические методы анализа.**

Основы спектроскопических методов анализа. Классификация спектроскопических методов. Происхождение спектров испускания. Качественный и количественный анализ по спектрам испускания. Классификация методов абсорбционной спектроскопии. Происхождение абсорбционных спектров. Качественный и количественный анализ по спектрам поглощения. Аппаратура для спектрального анализа. Метрологические характеристики спектральных методов анализа.

### **Тема 4. Хроматографические методы анализа.**

Принципы хроматографического разделения веществ. Классификация хроматографических методов анализа по агрегатному состоянию фаз, по механизму разделения, по аппаратному оформлению, по способу проведения процесса. Хроматограмма. Качественный и количественный анализ по хроматограмме. Селективность сорбента, критерии селективности. Эффективность хроматографического процесса. Понятие ВЭТТ. Газовая хроматография: классификация методов. Принципиальная схема хроматографа. Неподвижные фазы, подвижные фазы, требования к ним. Детекторы, их классификация.

### **Раздел 4. Особенности анализа объектов экологии.**

Многообразие и сложность объектов экологии – поверхностных и питьевых вод, сточных вод, почв, атмосферного воздуха. Источники загрязнения объектов окружающей среды. Факторы, оказывающие влияние на состав объектов экологии. Особенности пробоотбора и пробоподготовки в анализе вод, почв и воздуха. Методы анализа, используемые в контроле объектов экологии.



## **2 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов (СРС)**

### **2.1. Текущая и опережающая СРС**

Текущая самостоятельная работа по дисциплине «Физико-химические методы в биологических исследованиях», направленная на углубление и закрепление знаний студента, на развитие практических умений, включает в себя следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- выполнение домашних индивидуальных заданий;
- подготовка к самостоятельным и контрольным работам;
- подготовка к зачету.

### **2.2. Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа**

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

- поиск, анализ, структурирование информации;
- выполнение расчетных работ, обработка и анализ данных;
- решение задач повышенной сложности, в том числе комплексных и олимпиадных задач;
- участие в олимпиадах по химии и экологии;
- анализ научных публикаций по определенной преподавателем теме.

### **2.3. Темы, выносимые на самостоятельную проработку**

1. Определение NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> при совместном присутствии.
2. Характеристика метода дихроматометрии.
3. Характеристика методов аргентометрии и роданометрии.
4. Методы плоскостной хроматографии.
5. Характеристика метода флуориметрии.
6. Характеристика метода электрогравиметрии.

### **2.4. Темы индивидуальных заданий**

1. Способы выражения концентрации.
2. Расчеты при приготовлении растворов и определении результатов титриметрического анализа.
3. Расчет pH в растворах различных электролитов.
4. Расчеты в редоксиметрии.
5. Расчеты в гетерогенных системах.

6. Расчет результатов анализа в хроматографии.
7. Расчет результатов определения в методе молекулярной абсорбционной спектроскопии.
8. Расчет результатов определения в электрохимических методах анализа.

## **2.5. Контроль самостоятельной работы**

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Оценка текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения модуля (дисциплины) осуществляется по результатам:

- устного опроса всех студентов на практических занятиях для выявления знания и понимания теоретического материала дисциплины,
- выполнения и написания отчетов по лабораторным работам,
- анализа и обсуждения подготовленных студентами тем для самостоятельного изучения,
- выполнения контрольных и самостоятельных работ.
- самостоятельного выполнения индивидуальных заданий.

## **2.6. Тематика контрольных работ и методические рекомендации по их выполнению**

В процессе изучения курса «Физико-химические методы в биологических исследованиях» студент должен выполнить самостоятельно одну контрольную работу (в тетради 10–12 листов или на листах формата А4 в компьютерном оформлении). Решение задач и ответы на теоретические вопросы должны быть коротко, но четко обоснованы. При решении задач нужно приводить весь ход решения и математические преобразования.

Контрольная работа должна быть аккуратно оформлена, написана четко и ясно, и иметь поля для замечаний рецензента. Номера и условия задач необходимо переписывать в том порядке, в каком они указаны в задании. В начале работы следует указать номер варианта и полный список номеров задач этого варианта. В конце работы следует дать список использованной литературы с указанием года издания.

Работа должна иметь подпись студента и дату.

Если контрольная работа не зачтена, ее следует выполнить повторно в соответствии с указаниями рецензента и представить вместе с не зачтенной работой. Исправления следует выполнять в конце работы, после рецензии, а не в тексте.

Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, преподавателем не рецензируется и не засчитывается как сданная.

Графики и рисунки должны быть выполнены аккуратно с использованием чертёжных инструментов или компьютерной технологии.

К защите допускаются правильно оформленные работы, с достаточно полным раскрытием темы. Студент должен во время защиты дать пояснения по

всему материалу контрольной работы.

### **2.6.1. Вопросы для контрольной и самостоятельной видов работ**

Контрольная работа по разделу «Титриметрические методы анализа» предусматривает контроль усвоения материала по темам:

- сущность титриметрических методов анализа;
- классификация титриметрических методов;
- рабочие растворы и определяемые вещества;
- способы выражения концентраций;
- приготовление растворов;
- способы и приемы титрования;
- равновесие в гомогенных системах: в растворах слабых и сильных кислот и оснований, гидролизующихся солях, буферных системах;
- расчет рН в растворах различных электролитов;
- кривые титрования и индикаторы метода нейтрализации;
- окислительно-восстановительный потенциал;
- константа равновесия, направление и скорость реакций, кривые титрования в методе редоксиметрии;
- способы фиксирования точки эквивалентности. осадок-насыщенный раствор;
- кривые титрования;
- индикаторы и способы фиксирования точки эквивалентности в методах осаждения и комплексообразования;
- основные стадии гравиметрического анализа;
- условия получения аморфных и кристаллических осадков;
- виды соосаждения.

Контрольная работа по всему материалу курса предусматривает следующие темы:

- Качественный анализ.
- Методы разделения и концентрирования веществ.
- Окислительно-восстановительные реакции.
- Взаимодействие солей с избытком и недостатком щелочей.
- Количественный анализ.
- Весовой метод (гравиметрический).
- Физико-химические методы анализа. Электрохимические методы анализа, окислительно-восстановительное титрование.

#### ***Образец варианта билета контрольной работы***

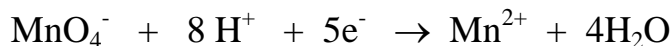
1. Рабочие растворы в титриметрии. Способы установки концентраций рабочих растворов (метод отдельных навесок, метод пипетирования)
2. Уравнение Нернста. Факторы, влияющие на величину потенциала.
3. Равновесие в системе осадок-насыщенный раствор. Правило произведения растворимости, произведения активности.

### **Образец тестового контроля по методу редоксиметрии**

1. Какие из перечисленных веществ можно определять методом перманганатометрии в кислой среде? Докажите расчетом.

а)  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; б)  $\text{NaNO}_3$ ; в)  $\text{NaNO}_2$ ; г)  $\text{FeCl}_3$ .

2. Рассчитайте равновесный потенциал редокс-пары:  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$  в полуреакции:



если  $[\text{MnO}_4^-] = [\text{Mn}^{2+}]$ ,  $t^\circ = 25^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 0$ .

а) 1,52 В; б) 1,55 В; в) 1,51 В; г) 1,61 В.

### **Образец билета самостоятельной работы**

1. Основные способы титрования (прямое, обратное, заместительное).
2. Сравнительная характеристика химических и физико-химических методов анализа.
3. Применение газожидкостной хроматографии в контроле объектов окружающей среды.

Ниже приводятся примеры материалов, используемых для промежуточного контроля знаний в рамках самостоятельной работы студентов по лабораторным работам (проводится после защиты всех лабораторных работ по соответствующим вопросам).

#### Вариант №1.

1. Вычислить pH раствора, если  $[\text{H}^+] = 0,05$  г - ион/л.
2. Сколько  $\text{KMnO}_4$  нужно взять для приготовления 0,01 н раствора?
3. Вычислите растворимость  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  при  $25^\circ\text{C}$ , если  $\text{PP } \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 3 \cdot 10^{-33}$ .

#### Вариант №2.

1. Вычислите титр 1 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и 4 н раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .
2. Вычислите  $[\text{OH}^-]$ , pOH и pH 0,02 н раствора  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .
3. Как с помощью  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  и  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  обнаружить ионы  $\text{Fe}^{++}$  и  $\text{Fe}^{+++}$ .

### 3 Методические указания для студентов

В помощь студентам для выполнения контрольной работы предложена краткая теория по тематике задачи и примеры решения подобных задач. Ниже представлен пример из темы «Качественный анализ. Анализ смесей катионов»:

Для анализа смесей катионов используется систематический *кислотно-основной метод*. Он получил такое название потому, что групповыми реактивами при разделении катионов на аналитические группы являются кислоты ( $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) и основания ( $\text{NH}_4\text{OH}$  и  $\text{NaOH}$ ).

Эта классификация основана на образовании малорастворимых хлоридов, сульфатов и гидроксидов металлов, а также на свойстве амфотерности гидроксидов элементов третьей аналитической группы и способности гидроксидов металлов пятой аналитической группы образовывать растворимые аммиачные комплексы.

#### I аналитическая группа катионов ( $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Hg}_2^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ )

Групповой реактив – 2 н. раствор  $\text{HCl}$ .

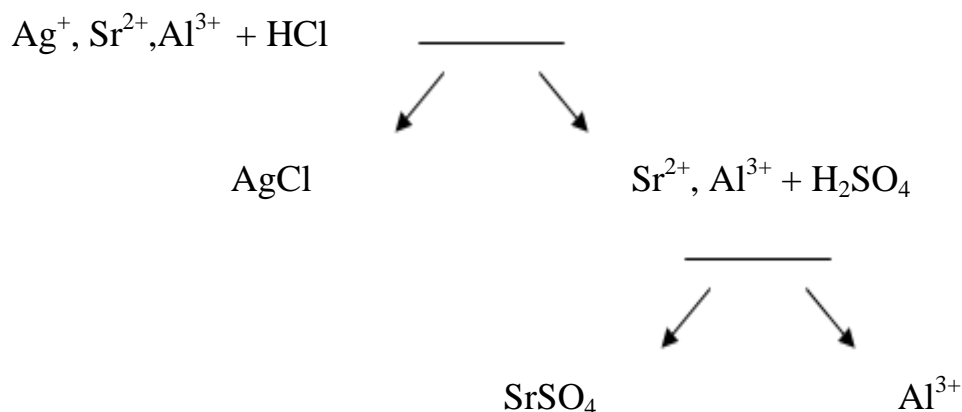
Отношение к групповому реактиву:

Состав осадка	Произведение растворимости (ПР)	Свойства осадка
$\text{PbCl}_2$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	Растворяется в гор. $\text{H}_2\text{O}$ , в конц. $\text{NaOH}$ , в изб. конц. $\text{HCl}$
$\text{Hg}_2\text{Cl}_2$	$1,3 \cdot 10^{-18}$	Н.р. кисл. и щел.
$\text{AgCl}$	$1,8 \cdot 10^{-10}$	Растворяется в $\text{NH}_4\text{OH}$ , в изб. конц. $\text{HCl}$ .

#### Пример: 1

Предложить схему разделения следующих катионов:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ .

Решение:



### Задачи:

1. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом:  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ .
2. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ .
3. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pd}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ .
4. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .
5. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом:  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ .
6. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом:  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ .
7. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом:  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ .
8. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ .
9. Разделить смесь катионов наиболее рациональным способом:  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ .
10. Предложить оптимальный способ разделения смеси катионов на аналитические группы:  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ .
11. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов:  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ .
12. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов:  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ .
13. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ .
14. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ .
15. Предложите способ отделения  $\text{Ca}^{2+}$  от  $\text{Ba}^{2+}$ .
16. Предложите способ отделения  $\text{SO}_4^{2-}$  от  $\text{CO}_3^{2-}$ .
17. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов:  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ .
18. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов:  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ .
19. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов:  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NO}_3^-$ .
20. Предложить реакции и реактивы для обнаружения ионов:  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ .

#### **4 Методические указания для преподавателей**

1. Изучив глубоко содержание учебной дисциплины, целесообразно разработать матрицу наиболее предпочтительных методов обучения и форм самостоятельной работы студентов, адекватных видам лекционных и семинарских занятий.

2. Необходимо предусмотреть развитие форм самостоятельной работы, выводя студентов к завершению изучения учебной дисциплины на её высший уровень.

3. Организуя самостоятельную работу, необходимо постоянно обучать студентов методам такой работы.

4. Вузовская лекция – главное звено дидактического цикла обучения. Её цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы в вузе, должен знать существующие в педагогической науке и используемые на практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их методическое место в структуре процесса обучения.

5. При изложении материала важно помнить, что почти половина информации на лекции передается через интонацию. В профессиональном общении исходить из этого.

6. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Проверка, контроль и оценка знаний студента, требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

## 5 Материалы итогового контроля

Далее приводятся материалы итогового контроля: примерный перечень вопросов к зачету по изучаемому курсу.

### ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

#### Фотометрические методы анализа

1. Электронные спектры поглощения молекул.
2. Основной закон светопоглощения. Оптическая плотность. Правило аддитивности оптических плотностей.
3. Прочность окрашенных соединений и ее влияние на чувствительность и точность фотометрических определений.
4. Постоянство состава окрашенных соединений. Причины нарушения состава и условия фотометрирования, обеспечивающие относительное постоянство состава окрашенных соединений.
5. Спектрофотометрический и фотоколориметрический анализы. Различие. Преимущество.
6. Спектральная область, в которой необходимо проводить фотометрическое определение. Возможные варианты.
7. Светофильтры и их назначение и правила их выбора.
8. Выбор реагента для проведения фотометрического анализа. Критерии выбора.
9. Влияние рН раствора на результаты фотометрического определения.
10. Выбор оптимальных условий проведения фотометрического анализа.
11. Применение органических растворителей в фотометрическом анализе. Их назначение.
12. Фотометрическое определение методом сравнения. Теоретические основы метода, его назначение и применение.
13. Фотометрическое определение методом градуировочного графика. Преимущества и особенности метода.
14. Фотоколориметрическое определение методом добавок. Назначение метода, его особенности и применение.
15. Фотоколориметрический анализ двухкомпонентных систем. Возможные варианты.
16. Фотоколориметрическое определение дифференциальным методом. Сущность, назначение и варианты метода.
17. Спектрофотометрический анализ двухкомпонентных систем (спектры накладываются полностью).
18. Спектрофотометрический анализ многокомпонентных систем.
19. Фотометрическое титрование. Виды титрования, формы кривых титрования. Назначение метода.
20. Экстракционно-фотометрическое определение веществ.
21. Чувствительность фотометрических определений и интервал определяемых содержаний. Способы повышения чувствительности.



22. Воспроизводимость и правильность фотометрических методов.

### **ИК-спектроскопия**

1. Механизм возникновения ИК-спектров.
2. Какие типы колебаний могут присутствовать в молекуле.
3. Все ли колебания атомов в молекуле проявляются в ИК-спектре.
4. Нормальные колебания, их количество в N-атомной молекуле. Как они подразделяются.
5. Устройство и принцип действия ИК-спектрометра.
6. Охарактеризуйте источники ИК-излучения. Какие требования к ним предъявляются.
7. Что такое характеристические частоты и от чего зависит их положение в ИК-спектре?
8. Какие задачи можно решать методом ИК-спектроскопии.
9. На чем основан качественный анализ методом ИК-спектроскопии. Как проводится определение качественного состава смеси веществ, идентификация чистого вещества.
10. Что лежит в основе структурно-группового анализа веществ.
11. На чем основан количественный анализ методом ИК-спектроскопии одного вещества и смесей веществ.
12. Как проводится анализ методом градуировочного графика.
13. Для каких целей и в каких случаях используется метод базовых линий?

### **Люминесцентные методы анализа**

1. Понятие люминесценции. Чем она отличается от температурного излучения?
2. Какова классификация методов люминесценции спектроскопии?
3. Какие имеются физические пути потери энергии возбуждения молекулы?
4. Какой вид имеют спектры люминесценции молекул.
5. Сформулируйте правило Стокса–Ломмеля.
6. Какова связь между спектром поглощения и люминесценции молекулы? Правило зеркальной симметрии (правило Левшина).
7. Виды тушения люминесценции.
8. Что такое квантовый выход люминесценции? Пути его повышения.
9. Как определяют концентрацию вещества по его люминесценции?
10. В чем заключается преимущество люминесцентной спектроскопии перед абсорбционной (фотометрические методы анализа)?
11. Чем определяется чувствительность люминесцентного анализа?
12. Как снизить фон и повысить избирательность люминесцентных методов?
13. Какие прямые флуориметрические методы применяются в количественном анализе?

14. В чем сущность косвенных флуориметрических методов количественного анализа?

15. Люминесцентное титрование.

### **Эмиссионный спектральный анализ**

1. Каков механизм возникновения атомных эмиссионных спектров?
2. Что такое ширина спектральной линии? Какие виды уширения спектральной линии Вы знаете?
3. Что является аналитическим сигналом для качественного спектрального анализа и почему?
4. Как проводится визуальный качественный анализ по эмиссионным спектрам?
5. Как проводится фотографический качественный анализ по эмиссионным спектрам с использованием дисперсионной кривой?
6. Как проводится фотографический качественный анализ по эмиссионным спектрам с использованием спектра железа? Почему спектр железа принят за эталонный спектр?
7. Что является аналитическим сигналом для количественного спектрального анализа?
8. Выбор линии для количественного определения элемента.
9. Спектральные помехи влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их учета.
10. Физико-химические помехи, влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их устранения.
11. Способы определения концентрации в эмиссионном спектральном анализе.
12. Метод внутреннего стандарта. Что такое аналитическая (гомологическая) пара линий?
13. Как проводится количественный анализ на спектрографе?
14. Фотометрия пламени. Особенности и преимущества этого метода.
15. Что такое атомизатор. Его роль в атомно-эмиссионном анализе.
16. Пламя как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
17. Электрическая дуга и искра как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используются. Преимущества и недостатки.
18. Индуктивно-связанная плазма как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
19. Основные типы спектральных приборов, принцип их действия и назначение.

### **Радиометрические методы анализа**

1. Какие виды радиоактивного излучения и виды радиоактивного распада Вы знаете?
2. Что представляет собой  $\alpha$ -излучение и его взаимодействие с веществом?

3. Что представляет собой  $\beta$ -излучение и его взаимодействие с веществом? Какие виды  $\beta$ -излучения Вы знаете?
4. Что представляет собой  $\gamma$ -излучение и его взаимодействие с веществом?
5. Закон радиоактивного распада. Дайте определение постоянной распада, периода полураспада.
6. На каких механизмах взаимодействия излучения с веществом основаны важнейшие методы регистрации излучения?
7. На каких механизмах взаимодействия излучения с веществом основаны важнейшие методы регистрации излучения?
8. Качественная идентификация радиоактивных изотопов.
9. Количественное определение элементов по их естественной радиоактивности.
10. Методы, основанные на искусственной (наведенной) радиоактивности. Активационный анализ. Преимущества и недостатки метода.
11. Радиометрическое титрование. Сущность, преимущество и недостатки метода.
12. Метод изотопного разбавления. Особенности, преимущество и недостатки метода.

### **Хроматографические методы анализа**

1. Способы классификации хроматографических методов анализа.
2. Виды хроматограмм. Способ их представления.
3. Проявительный (элюэнтный) способ хроматографирования. Область использования. Вид хроматограммы.
4. Фронтальный и вытеснительный способ хроматографирования. Вид хроматограмм. Особенности. Область применения.
5. Хроматографические параметры, характеризующие поведение вещества.
6. Жидкостная распределительная хроматография и ее отличие от экстракции.
7. Сущность ионообменной хроматографии. Иониты и их физико-химические свойства.
8. Получение деионизованной воды.
9. Константа ионного обмена, коэффициент селективности.
10. Осадочная хроматография и ее варианты.
11. Сущность и виды газовой хроматографии. Механизмы разделения.
12. Газовый хроматограф и его основные узлы.
13. Подвижная и неподвижная фазы в газовой хроматографии. Требования предъявляемые к ним
14. Детекторы, используемые в газовой хроматографии. Катарометр. Устройство и область применения.
15. Устройство и область применения плазменно-ионизационного детектора.

16. Применение газовой хроматографии для качественного и количественного анализа. Аналитические сигналы.

### Электрохимические методы анализа

1. Двойной электрический слой, его строение и распределение потенциала в нем.
2. Классификация электрохимических методов анализа.
3. Активные электроды (электроды I и II рода). Напишите выражения для потенциалов этих электродов.
4. Инертные металлические электроды.
5. Газовые электроды. Напишите уравнение для потенциала водородного электрода.
6. Мембранные (ионоселективные) электроды. Как возникает мембранный потенциал.
7. Стекланный электрод. Напишите выражение для потенциала стекланный электрода.
8. Какие способы измерения ЭДС чаще всего используются в потенциометрических методах.
9. Прямая потенциометрия (ионометрия).
10. Потенциометрическое титрование. Способы нахождения конечной точки титрования.
11. Как проводится титрование по кислотно-основному методу?
12. Как проводится титрование по методу окисления-восстановления и по методу осаждения?
13. На чем основан полярографический анализ?
14. Вид полярографической кривой. Остаточный, диффузионный, предельный диффузионный токи.
15. Роль индифферентного электролита в полярографическом анализе.
16. Что является основой качественного полярографического анализа? Полярографический спектр.
17. Количественный полярографический анализ. Способы нахождения концентрации.
18. Электроды, используемые в полярографии.
19. Виды современной полярографии (дифференциальная, разностная, инверсионная).
20. Амперометрия и ее связь с полярографическим методом анализа.
21. Амперометрическое титрование. Формы кривых титрования.
22. Какие химические реакции используют в амперометрическом титровании?
23. Электроды, используемые в амперометрическом титровании.
24. На чем основан кулонометрический анализ?
25. Аппаратура для проведения кулонометрического анализа.
26. Прямая кулонометрия. Выход по току. Как он определяется?
27. Сущность кулонометрического титрования. Особенности и достоинства этого метода.

28. Какие методы определения конечной точки титрования используют при кулонометрическом титровании?

### ПЕРЕЧЕНЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Влияние среды на состояние почв в растворах. Равновесие в водных растворах.
2. Методы качественного анализа.
3. Характеристика и общие реакции первой аналитической группы катионов.
4. Приближенные формулы для вычисления  $[H^+]$  и  $[OH^-]$  в водных растворах кислот и оснований.
5. Характеристика и общие реакции катионов второй аналитической группы.
6. Буферные растворы и их применение в физико-химическом анализе.
7. Факторы, понижающие чувствительность реакций. Привести примеры.
8. Характеристика и общие реакции катионов второй аналитической группы.
9. Основы перманганатометрии и вещества, определяемые этим методом.
10. Характеристика и общие реакции четвертой аналитической группы катионов (первая подгруппа – меди).
11. Коллоидные системы, применяемые в физико-химическом анализе.
12. Характеристика и общие реакции четвертой аналитической группы катионов (вторая подгруппа – мышьяка).
13. Методы окисления – восстановления, используемые в количественном анализе.
14. Характеристика и общие реакции катионов пятой аналитической группы.
15. Классификация физических и физико-химических методов количественного анализа.
16. Методы анализа катионов пяти аналитических групп.
17. Классификация методов комплексонометрии.
18. Характеристика и реакции анионов первой группы.
19. Основы иодометрии и методы иодометрического титрования.
20. Методы анализа смеси  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$  и  $SCN^-$  - ионов.
21. Методы аргентометрии.
22. Методы анализа  $NO_2^-$  и  $NO_3^-$  - ионов.
23. Характеристика метода родонометрии
24. Характеристика и общие реакции анионов второй группы.
25. Спектральные методы анализа.
26. Методы анализа смеси  $SO_3^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$ ,  $CO_3^{2-}$  - ионов.
27. Кондуктометрическое титрование.
28. Анализ смеси анионов первой и второй группы.
29. Полярографический метод анализа.
30. Идентифицирование солей и других индивидуальных соединений.

31. Расчет содержания определяемого вещества по титру стандартного раствора реактива или по титру, выраженному по определяемому веществу.
32. Анализ смеси неорганических веществ.
33. Расчет содержания вещества, определяемого методом обратного титрования.
34. Анализ биологических объектов.
35. Методы установления точки эквивалентности.
36. Применение органических реактивов в качественном анализе неорганических веществ.
37. Классификация индикаторов. Интервал перехода индикатора.
38. Методы качественного анализа.
39. Определение жесткости воды.
40. Объемные электрохимические методы анализа.
41. Характеристика и общие реакции катионов четвертой аналитической группы (третья подгруппа –  $\text{Ag}^+$ ;  $[\text{Hg}_2]^{++}$ ,  $\text{Pb}^{++}$ ,  $\text{Cu}^+$ ,  $\text{Au}^+$ ,  $\text{Tl}^+$ ).
42. На чем основано растворяющее действие «Царской водки»?
43. Каково действие окислителей и восстановителей на различные анионы?
44. Сущность гравиметрического анализа. Метод гравиметрических определений.
45. Аналитические весы, правила взвешивания.
46. Посуда и аппаратура в гравиметрическом анализе.
47. Этапы гравиметрического анализа.
48. Отбор средней пробы и взятия навески.
49. Сущность и особенности титриметрического анализа.
50. Методы титриметрического анализа. Выражение концентрации растворов в титриметрическом анализе.
51. Приготовление исходных и рабочих титрованных растворов. Измерительная посуда.
52. Методы кислотно-основного титрования. Индикаторы кислотно-основного титрования.
53. Вычислите при кислотно-основном титровании.
54. Методы окислительно-восстановительного титрования. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования.
55. Сущность перманганатометрического титрования.
56. Йодометрическое титрование. Йодометрическое определение окислителей и восстановителей. Титрование по замещению.
57. Осадительное титрование. Сущность и теоретические основы методов осаждения.
58. Комплексометрия. Сущность комплексометрии. Индикаторы для комплексометрии.
59. Отбор проб. Средняя лабораторная проба. Приемы усреднения проб.

Сроки и форма проведения контроля должны соответствовать нормам, установленным требованиями Государственного образовательного стандарта,

распоряжениями Министерства образования России, а также – соответствующими приказами по Томскому государственному университету систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Астафьева Л.С. Экологическая химия : учебник для среднего профессионального образования / Л. С. Астафьева. – М. : Academia, 2006. – 222 с.
2. Глинка Н.Л. Общая химия : Учебное пособие для вузов / Н. Л. Глинка ; ред. А. И. Ермаков. – М. : Интеграл-Пресс, 2005. – 727 с.
3. Горшков В.И. Основы физической химии : учебник для вузов / В. И. Горшков, И. А. Кузнецов. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 407 с.
4. Дежникова Н.С. Экологический практикум: научный поиск, педагогический опыт, авторские проекты: учебное пособие / Н.С. Дежникова, И.В. Цветкова. – М.: Педагогическое общество России, 2001. – 94 с.
5. Коровин Н.В. Общая химия : Учебник для технических направлений и специальностей вузов / Н. В. Коровин. – М. : Высшая школа, 2006. – 556 с.
6. Мониторинг и методы контроля окружающей среды : учебное пособие. Ч. 2 : специальная / Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин, В.В. Меньшиков и др. – М. : МНЭПУ, 2001. – 334с.
7. Панин В.Ф. Экология для инженера : Общеэкологическая концепция биосферы и экономические рычаги преодоления глобального экологического кризиса : учебное пособие / В.Ф. Панин, А.И. Сечин, В.Д. Федосова. – М. : Ноосфера, 2000. – 284 с.
8. Практикум по аналитической химии под редакцией В.Д. Пономарева, Л. И. Ивановой. – Москва : Издательство «Высшая школа», 1983. – 251 с.
9. Попечителей Е.П. Аналитические исследования в медицине, биологии и экологии : учебное пособие для вузов / Е.П. Попечителей, О.Н. Старцева. – М. : Высшая школа, 2003. – 278 с.
10. Садовникова Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении : Учебное пособие для вузов / Л. К. Садовникова, Д. С. Орлов, И. Н. Лозановская. – М. : Высшая школа, 2006. – 333 с.
11. Чепурных Н.В. Планирование и прогнозирование природопользования : учебное пособие / Н.В. Чепурных, А.Л. Новоселов. – М. : Интерпракс, 1995. – 288с.