

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Технологический факультет

Кафедра «Экология и природопользование»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан технологического  
факультета

Л.М. Хорошман

«17» марта 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА»**

направление подготовки  
19.03.03 Продукты питания животного происхождения  
(уровень бакалавриата)

направленность (профиль):  
«Технология рыбы и рыбных продуктов»

направленность (профиль):  
«Технология мяса и мясных продуктов»

Петропавловск-Камчатский,  
2021

Рабочая программа по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» составлена на основании ФГОС ВО направления подготовки 19.03.03 «Продукты питания животного происхождения».

Составитель рабочей программы:

Доцент кафедры ЭП, к.б.н. Саушкина Саушкина Л.Н.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры ЭП

«16» марта 2021 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой ЭП

«17» марта 2021 г., Ступникова Ступникова Н.А.

## 1. Цели и задачи изучения дисциплины ее место в учебном процессе

Целью данного курса является формирование системных знаний базовых закономерностей химических процессов и дальнейшего развития общехимической подготовки студента, начатой в курсе общей и неорганической химии, с обучением наиболее важным химическим и физико-химическим методам анализа и возможностям их применения на предприятиях пищевой промышленности.

В задачи данного курса входит:

- Сформировать у студентов умение обращаться с химическими веществами, простейшими приборами, проводить химический эксперимент, делать соответствующие обобщения и выводы.

- Ознакомить студентов с методами и методиками исследований, применяемых при анализе сырья и продукции пищевой промышленности.

- Сформировать у студентов умение организовывать самостоятельную работу, проводить наблюдение за ходом эксперимента, пользоваться справочными таблицами и литературой.

## 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональной компетенции:

- Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-2).

Планируемые результаты освоения практики, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представлены в таблице.

Таблица – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными в программе бакалавриата индикаторами достижения компетенций

| Код компетенции | Наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения   | Планируемый результат обучения по дисциплине  | Код показателя освоения |
|-----------------|--|--|---|-------------------------|
| (ОПК-2)         | Способен применять основные законы и методы исследований естественных наук для решения задач профессиональной деятельности | ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> : Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.                        | <b>Знать:</b><br><i>Знать:</i><br>– основные понятия, термины, формулы, применяемые в аналитической химии;<br>– способы выражения концентрации растворов;<br>– основные методы титриметрического и гравиметрического анализов<br>– сущность реакций и процессов, используемых в аналитической химии;<br>– химические и физические методы обнаружения, разделения и концентрирования веществ;<br>– принципы и области использования основных методов химического анализа (химических, физических и физико-химических);<br>– основные погрешности | 3(ОПК-2)1               |
|                 |  | ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> : Владеет навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанных с профессиональной деятельностью. |   | 3(ОПК-2)2               |
|                 |  | ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> : Умеет применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.              |   | 3(ОПК-2)3               |
|                 |  |  |   | 3(ОПК-2)4               |
|                 |  |  |   | 3(ОПК-2)5               |
|                 |  |  |   | 3(ОПК-2)6               |
|                 |  |  |   | 3(ОПК-2)7               |

| Код компетенции | Наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения | Планируемый результат обучения по дисциплине   | Код показателя освоения  |
|-----------------|--------------------------|--|--|--|
|                 |                          | деятельности.                            | химического анализа и принципы обработки результатов;<br>– правила эксплуатации приборов и оборудования, используемых при проведении анализов.   | З(ОПК-2)8  |
|                 |                          |  | <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– самостоятельно работать с учебной и справочной литературой для решения поставленных задач;</li> <li>– пользоваться реактивами, растворителями, химической посудой, оборудованием;</li> <li>– готовить и стандартизировать растворы;</li> <li>– планировать и осуществлять химический эксперимент, анализировать и интерпретировать полученные результаты, формулировать выводы.</li> <li>– прогнозировать возможность образования осадков при смешивании растворов с известной концентрацией растворенных веществ;</li> <li>– правильно выбирать метод анализа;</li> <li>– правильно представлять графический и расчетный материал</li> <li>– использовать полученные знания в профессиональной деятельности.</li> <li>– составлять схему анализа, проводить качественный и количественный анализ вещества.</li> </ul> | <p>У(ОПК-2)1</p> <p>У(ОПК-2)2</p> <p>У(ОПК-2)3</p> <p>У(ОПК-2)4</p> <p>У(ОПК-2)5</p> <p>У(ОПК-2)6</p> <p>У(ОПК-2)7</p> <p>У(ОПК-2)8</p> <p>У(ОПК-2)9</p> |
|                 |                          |  | <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками выполнения экспериментов по аналитической химии по предложенным методикам;</li> <li>– навыками работы на оборудовании при проведении химических экспериментов;</li> <li>– навыками приготовления растворов и их стандартизации;</li> <li>– навыками расшифровки аналитических сигналов;</li> <li>– навыками работы с литературными источниками и справочной литературы по химии.</li> </ul>   | <p>В(ОПК-2)1,</p> <p>В(ОПК-2)2</p> <p>В(ОПК-2)3</p> <p>В(ОПК-2)4,</p> <p>В(ОПК-2)5,</p>  |

| Код компетенции | Наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения | Планируемый результат обучения по дисциплине | Код показателя освоения |
|-----------------|--------------------------|--|--|-------------------------|
|                 |                          |  |  |                         |

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» является дисциплиной базовой части в структуре образовательной программы.

При изучении дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» используются знания по таким дисциплинам, как:

*Основы общей и неорганической химии* – химические системы, химическая термодинамика и кинетика, реакционная способность веществ, химическая идентификация.

*Математика* – логарифмическое, дифференциальное и интегральное исчисление.

*Физика* – физические свойства веществ, оптика, электричество.

Знания, умения и навыки, приобретенные обучающимися при освоении дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», будут использованы при изучении дисциплин: «Физическая и коллоидная химия», «Биохимия», «Методы исследования рыбы и рыбных продуктов», «Контроль производства и качества рыбных продуктов» а также необходимы для выполнения научно-исследовательской работы, для прохождения практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, для подготовки выпускной квалификационной работы.

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1 Тематический план дисциплины

| Наименование разделов и тем  | Всего часов | Аудиторные занятия | Контактная работа по видам учебных занятий |                      |                     | Самостоятельная работа | Формы текущего контроля                        | Итоговый контроль знаний по дисциплине |
|--|-------------|--------------------|--|----------------------|---------------------|------------------------|--|--|
|  |             |                    | Лекции                                     | практические занятия | Лабораторные работы |                        |  |  |
| <b>Раздел 1. Общие теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ</b> | <b>72</b>   | <b>51</b>          | <b>17</b>                                  | <b>–</b>             | <b>34</b>           | <b>21</b>              | Тест   |  |
| Тема 1: Введение в аналитическую химию   | 7           | 4                  | 2  | –                    | 2                   | 3                      | Опрос, выполнение и защита лабораторной работы |  |
| Тема 2: Основные понятия аналитической химии.  | 10          | 6                  | 2  | –                    | 4                   | 4                      | Опрос, выполнение и защита лабораторной работы |  |

|  |            |           |           |          |           |           |   |           |
|--|------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|---|-----------|
|  |            |           |           |          |           |           | ной работы  |           |
| Тема 3. Динамические равновесия в растворах                                    | 23         | 18        | 6         | –        | 12        | 5         | Опрос, выполнение и защита лабораторной работы                                  |           |
| Тема 4. Типы химических реакций  | 16         | 12        | 4         | –        | 8         | 4         | Опрос, выполнение и защита лабораторной работы                                  |           |
| Тема 5. Равновесие в гетерогенных системах                                     | 16         | 11        | 3         | –        | 8         | 5         | Опрос, выполнение и защита лабораторной работы                                  |           |
| <b>Раздел 2. Количественный анализ</b>   | <b>180</b> | <b>85</b> | <b>17</b> | <b>–</b> | <b>68</b> | <b>59</b> | Тест  | <b>36</b> |
| Тема 6: Основные требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе | 8          | 2         | 2         | –        | -         | 6         | Опрос, выполнение и защита лабораторной работы, выполнение практических заданий |           |
| Тема 7: Гравиметрический анализ  | 40         | 22        | 4         | –        | 18        | 18        | Опрос, выполнение и защита лабораторной работы, выполнение практических заданий |           |
| Тема 8: Титриметрический анализ  | 76         | 47        | 9         | –        | 38        | 29        | Опрос, выполнение и защита лабораторной работы, выполнение практических заданий |           |
| <b>Раздел 3. Физико-химические методы анализа</b>                              | <b>20</b>  | <b>14</b> | <b>2</b>  | <b>–</b> | <b>12</b> | <b>6</b>  | Опрос, выполнение   |           |

|  |            |            |           |          |            |           |  |           |
|--|------------|------------|-----------|----------|------------|-----------|--|-----------|
|  |            |            |           |          |            |           | ие и<br>защита<br>лаборатор<br>ной<br>работы                       |           |
| Тема 9: Общая характеристика физико-химических методов анализа | 20         | 14         | 2         | –        | 12         | 6         | Опрос,<br>выполнен<br>ие и<br>защита<br>лаборатор<br>ной<br>работы |           |
| Зачет  |            |            |           |          |            |           |  | +         |
| Экзамен  |            |            |           |          |            |           |  | 36        |
| <b>Всего</b>   | <b>252</b> | <b>136</b> | <b>34</b> | <b>–</b> | <b>102</b> | <b>80</b> |  | <b>36</b> |

#### 4.2 Содержание дисциплины

### Раздел 1. Общие теоретические основы аналитической химии. Качественный анализ

#### Тема 1. Введение в аналитическую химию

##### Лекция

##### 1. Аналитическая химия как наука. Методы анализа

*Основные понятия темы:* структура современной аналитической химии, метод и методика анализа, качественный, количественный, структурный, элементный, молекулярный, фазовый анализ, химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа, отбор пробы, подготовка образца к анализу, измерение аналитического сигнала, средняя проба, отбор средней пробы.

##### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Задачи аналитической химии как науки.
2. Виды классификаций химического анализа.
3. Метод и методика анализа.
4. Общий план химического анализа.

*Лабораторная работа.* Техника безопасности. Правила работы в химической лаборатории

Проводится вводный инструктаж по технике безопасности и правилам работы в химической лаборатории при использовании различного оборудования, студенты оформляют краткий конспект. Затем проводится опрос.

*Литература:* [1], [2], [3], [4]

#### Тема 2. Основные понятия аналитической химии.

##### Лекция

1. Качественный химический анализ
2. Аналитические реакции, требования к ним. Химические признаки аналитической реакции. Аналитический сигнал.
3. Реактивы и реагенты.
4. Идентификация индивидуального вещества и анализ смеси веществ.
5. Классификация катионов и анионов.

*Основные понятия темы:* признаки аналитической реакции, аналитический отклик, идентификация вещества, специфические реактивы, групповой реагент, систематический и дробный анализ, анализ мокрым и сухим путем, сульфидная и кислотно-основная классификация катионов и анионов, чувствительность реакции, предел обнаружения.

##### *Вопросы для самоконтроля:*

1. Признаки аналитических реакций.
2. Виды аналитических сигналов

3. Мокрый и сухой анализ вещества
4. Какие реактивы относят к специфическим.
5. Сульфидная и кислотно-основная классификация катионов и анионов. Основные отличия.
6. Химическая характеристика катионов I-VI аналитических групп по кислотно-основной классификации. Групповые реагенты.
7. Какие величины характеризуют чувствительность аналитической реакции?
8. В каких случаях можно предпочтительно применение дробного анализа, а в каких – необходим систематический качественный анализ?

*Лабораторная работа* Первая аналитическая группа катионов. Систематический ход анализа

В ходе выполнения лабораторной работы проводятся частные реакций на катионы калия, натрия и аммония и выполняется разделения смеси катионов I аналитической группы систематическим ходом анализа. Оформляется отчет.

*Литература:* [1], [3], [4]

### **Тема 3. Динамические равновесия в растворах**

*Лекция*

1. Закон действующих масс, границы его применимости.
2. Химическое равновесие. Константа химического равновесия (истинная, термодинамическая, концентрационная). Условная константа химического равновесия.
3. Состояние динамических равновесий в водных растворах. Реальная и идеальная система.
4. Молярная концентрация и активность, коэффициент активности, ионная сила раствора. Влияние ионной силы на коэффициент активности ионов.

*Лекция*

1. Протеолитические равновесия. Понятие о протеолитической теории кислот и оснований.
2. Константы кислотности, основности и их показатели.
3. рН растворов слабых кислот и слабых оснований

*Лекция*

1. Буферные системы. Буферная емкость.
2. Вычисление рН буферных систем.
3. Использование буферных растворов в химическом анализе.

*Основные понятия темы:* обратимые и необратимые реакции, равновесная концентрация, константа равновесия, реальная и идеальная химическая система, активность, коэффициент активности, ионная сила раствора, водородный показатель среды, буферные системы

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Формулировка закона действующих масс, применительно к аналитическим реакциям.
2. Что определяет константа равновесия, от каких факторов она зависит?
3. Отличие реальной системы от идеальной.
4. Электростатические и химические взаимодействия компонентов, находящихся в растворе.
5. Как определяются водородный показатель среды и какова его связь с гидроксильным показателем?
6. Что характеризует буферную систему?
7. Как определяется буферная емкость раствора?

*Лабораторная работа.* **Вторая аналитическая группы катионов. Систематический ход анализа**

В ходе выполнения лабораторной работы исследуется действие группового реагента на катионы второй аналитической группы, проводятся частные реакций на катионы свинца, серебра, ртути, выполняется разделения смеси катионов II аналитической группы



систематическим ходом анализа. Делаются выводы. Оформляется отчет.

*Литература:* [1], [3], [4]

#### **Тема 4. Типы химических реакций**

*Лекция*

1. Основные типы, используемых химических реакций.
2. Реакция комплексообразования. Общая характеристика комплексных соединений.
3. Равновесия в растворах комплексных соединений. Диссоциация комплексных соединений. Ступенчатая диссоциация комплексных соединений. Константы устойчивости и нестойкости комплексных соединений. Условные константы устойчивости.
4. Влияние различных факторов на процесс комплексообразования.
5. Применение комплексных соединений в анализе.

*Лекция*

1. Окисление-восстановление как один из основных методов химического анализа.
2. Окислители и восстановители, применяемые в аналитической химии.
3. Окислительно-восстановительные потенциалы. Нормальные окислительно-восстановительные потенциалы. Обзор таблицы нормальных окислительно-восстановительных потенциалов и выводы из нее.
4. Зависимость между величинами окислительно-восстановительных потенциалов и условия, в которых протекает реакция окисления-восстановления.

*Основные понятия темы:* комплексные соединения, лиганды, комплексообразователь, внутренняя и внешняя сферы, координационное число, константа нестойкости, константа устойчивости, хелаты, окислители, восстановители, окисленная форма, восстановленная форма, стандартный окислительно-восстановительный потенциал, метод электронно-ионного баланса.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Использование реакций комплексообразования в практике аналитической химии.
2. Определение понятия «комплексообразователь», «лиганд».
3. Теория координационных соединений Вернера.
4. Раскройте понятие «хелат».
5. Диссоциация комплексных соединений в водных растворах. Константа нестойкости. Константа устойчивости.
6. Характеристика основных окислителей и восстановителей, применяемых при проведении аналитических реакций.
7. Уравнение Нернста.
8. Как по величине электродного потенциала можно определить направление протекания окислительно-восстановительной реакции.
9. Какие факторы влияют на величину стандартного потенциала?
10. Как можно изменить направление окислительно-восстановительной реакции?

*Лабораторная работа. Третья аналитическая группа катионов. Систематический ход анализа*

В ходе выполнения лабораторной работы исследуется действие группового реагента на катионы третьей аналитической группы, проводятся частные реакции на катионы бария, стронция и кальция, выполняется разделение смеси катионов III аналитической группы систематическим ходом анализа. Делаются выводы. Оформляется отчет.

*Литература:* [1], [3], [4]

#### **Тема 5. Равновесие в гетерогенных системах**

*Лекция*

1. Гетерогенные равновесия в аналитической химии.
2. Способы выражения растворимости малорастворимых электролитов.
3. Произведение растворимости, солевой эффект, дробное осаждение.

*Основные понятия темы:* реакции осаждения, осадки аморфные и кристаллические,

растворимость, произведение растворимости, малорастворимый электролит, насыщенный раствор, одноименный ион, солевой эффект, дробное осаждение

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Сформулируйте условия образования и растворения осадка.
2. Сформулируйте правило произведения растворимости
3. Растворимость. Связь между произведением растворимости и растворимостью.
4. Факторы, влияющие на растворимость электролита.
5. Объясните влияние одноименного иона на растворимость малорастворимого электролита.
6. Дайте определение термина «солевой эффект». Объясните механизм его действия
7. Объясните влияние концентрации ионов водорода на растворимость.
8. Что понимают под термином «дробное (фракционированное) осаждение».

*Лабораторная работа* **Анализ смеси катионов первой, второй и третьей аналитических групп.**

В ходе выполнения лабораторной работы проводится разделение катионов I-III аналитических групп в виде экспериментальной контрольной работы. Оформляется отчет.

*Литература:* [1], [3], [4]

## **Раздел 2. Количественный анализ**

**Тема 6. Основные требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе**

*Лекция*

1. Классификация методов количественного анализа.
2. Способы выражения количественного химического состава вещества.
3. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.
4. Источники ошибок количественного анализа. Классификация ошибок количественного анализа.
5. Представление результатов анализа. Правильность и воспроизводимость результатов количественного анализа.

*Основные понятия темы:* гравиметрический анализ, титриметрический анализ, инструментальный анализ, случайная ошибка, систематическая ошибка, грубая ошибка, воспроизводимость, правильность, значащие цифры.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. Методы, применяемые в количественном анализе.
2. Какие признаки можно положить в основу классификации титриметрических методов анализа?
3. Ошибки, возникающие при проведении количественного анализа вещества. Способы их устранения.

*Литература:* [1], [3], [4]

## **Тема 7. Гравиметрический анализ**

*Лекция*

1. Сущность гравиметрического анализа.
2. Образование осадков и их свойства.
3. Условия образования кристаллических осадков.
4. Условия образования аморфных осадков.
5. Выбор осадителя. Расчет количества осадителя.
6. Влияние ионов на растворимость осадка, содержащего одноименные ионы.
7. Влияние посторонних электролитов на растворимость.

*Лекция*

1. Основные операции гравиметрического анализа.
2. Приемы обработки осадков.

3. Теоретическое обоснование оптимальных условий для весового определения данного компонента.

4. Загрязнение осадков. Учет потерь при осаждении и промывании осадков.

*Основные понятия темы:* аморфный осадок, кристаллический осадок, осадитель, весовая (гравиметрическая) форма, осаждаемая форма, навеска, окклюзия, изоморфизм, декантация, беззольный фильтр, муфельная печь, аналитические весы, фактор пересчета (аналитической множитель).

*Вопросы для самоконтроля:*

1. На чем основан гравиметрический анализ.
2. Механизм образования осадка.
3. Требования, предъявляемые к осаждаемой и весовой формы.
4. Требования, предъявляемые к осадителям.
5. Аморфные и кристаллические осадки, условия их осаждения.
6. Расчет объема осадителя. Почему необходимо брать избыток осадителя?
7. Перечислите основные этапы гравиметрического анализа.
8. Перечислите причины загрязнения осадка.
9. Какие примеси удаляются при прокаливании осадка?
10. Назовите приемы очистки осадка от примесей.
11. Правила работы с аналитическими весами.

*Лабораторная работа* **Определение содержания бария в  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**

В ходе выполнения лабораторной работы изучаются правила работы с аналитическими весами, проводится расчет массы навески и ее взвешивание на аналитических весах, расчет количества осадителя, поведутся операции: осаждения, проверки полноты осаждения, отделения осадка от раствора декантацией, высушивания и сжигания осадка, доведения осадка до постоянной массы, расчет содержания хлорида бария, проверка точности определения. Оформляется отчет.

*Лабораторная работа* **Определение кристаллизационной воды в  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$**

В ходе выполнения лабораторной работы проводятся расчеты массы навески и ее взвешивание, высушивание, взятой навески в сушильном шкафу до постоянной массы, вычисление содержания влаги, проверка точности определения. Оформляется отчет.

*Литература:* [1], [3], [4], [5]

## **Тема 8. Титриметрический анализ**

*Лекция*

1. Сущность титриметрического метода анализа. Основные понятия.
2. Требования к реакциям, применяемым в титриметрии.
3. Классификация методов титриметрического анализа по типу химических реакций и способу титрования (кислотно-основное, окислительно-восстановительное, осадительное, комплексонометрическое).
4. Исходные (стандартные) вещества и требования к ним.
5. Способы выражения концентраций в титриметрии.
6. Способы фиксирования точки эквивалентности.

*Лекция*

1. Метод кислотно-основного титрования. Сущность метода, требования, предъявляемые к реакциям.
2. Индикаторы в методе кислотно-основного титрования. Теория индикаторов. Интервал перехода индикаторов. Влияние различных факторов на показания индикаторов.
3. Кривые титрования.

*Лекция*

1. Методы осаждения и комплексообразования. Общая характеристика. Сущность метода, требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования.
2. Способы фиксирования точки эквивалентности.

3. Индикаторы, применяемые в методе осаждения и комплексообразование. (осадительные, металлохромные, адсорбционные).

4. Метод Мора.

5. Метод Фольгарда.

*Лекция*

1. Условия проведения окислительно–восстановительного титрования. Требования, предъявляемые к реакциям.

2. Виды окислительно–восстановительного титрования.

3. Окислительно–восстановительные индикаторы.

4. Перманганатометрия. Общая характеристика метода. Приготовление и хранение рабочего раствора и его стандартизация.

5. Иодометрия. Общая характеристика метода.

*Лекция*

1. Иодометрия. Общая характеристика метода.

2. Условия проведения титрования.

3. Приготовление рабочих растворов и их стандартизация. Установление точки эквивалентности.

4. Кривые окислительно–восстановительного титрования, ошибки, их происхождения, расчет, устранение.

*Основные понятия темы:* молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, титрант, аналит, поправочный коэффициент, точка эквивалентности, рабочий раствор, стандартный раствор, стандартизация раствора, титрование, прямое титрование, обратное титрование, титрование заместителя, аликвота, окислительно-восстановительные индикаторы, кислотно-основные индикаторы, осадительные, металлохромные, адсорбционные индикаторы.

*Вопросы для самоконтроля*

1. Сущность титриметрического метода анализа.

2. Дайте определение терминов «титр», «титрант», «аналит», «индикатор», «точка эквивалентности».

3. В чем заключается сущность прямого, обратного и заместительного титрования?

4. Как рассчитать массу навески, необходимую для приготовления известного объема раствора, используемого для анализа.

5. Какими способами можно приготовить стандартные растворы?

6. Каким способом можно провести стандартизацию раствора?

7. Что такое стандартное вещество? Каким требованиям оно должно удовлетворять? Какие стандартные вещества относятся к первичным, а какие ко вторичным?

8. Способы титрования: способ отдельных навесок, способ пипетирования.

9. Сущность методов кислотно-основного титрования.

10. Что такое кривая титрования, скачок титрования?

11. Объясните причину изменения окраски кислотно-основных индикаторов.

12. Сущность метода редоксиметрии.

13. Факторы, влияющие на величину окислительно-восстановительного потенциала.

14. Расчет эквивалентной массы при окислительно-восстановительных реакциях.

15. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка.

16. Какими способами можно зафиксировать конечную точку титрования в методах окисления-восстановления?

17. Почему нельзя приготовить стандартный раствор перманганата калия по точной навеске?

18. Какие стандартные вещества применяют для установления точной концентрации раствора перманганата калия?

19. Почему перманганатометрическое титрование проводят, как правило, в кислой среде?

20. Растворы каких веществ используют в иодометрии как рабочие?

21. Какие вещества определяют иодометрически методом замещения?
22. Сущность методов осадительного титрования.
23. Требования к реакциям, используемым при осадительном титровании.
24. Индикаторы методов осаждения.

#### *Лабораторная работа* **Определение содержания щелочей в растворах**

В ходе выполнения лабораторной работы проводятся расчеты и приготовление растворов тетрабората натрия и соляной кислоты, проводится стандартизация раствора соляной кислоты и контрольные определения: содержание щелочи в растворе, содержание гидроксида натрия и карбоната натрия при их совместном присутствии. Вычисляются результаты испытаний, сравниваются с истинным значением. Оформляется отчет.

#### *Лабораторная работа* **Аргентометрия**

В ходе выполнения лабораторной работы проводятся расчеты и приготовление раствора хлорида серебра, проводится стандартизация раствора соляной кислоты и контрольные определения: содержание щелочи в растворе, содержание гидроксида натрия и карбоната натрия при их совместном присутствии. Вычисляются результаты испытаний, сравниваются с истинным значением. Оформляется отчет.

Приготовление растворов хлорида натрия. Установление титра и нормальности раствора нитрата серебра. Индивидуальная контрольная работа (метод Мора).

Определение нормальности роданида аммония. Индивидуальная контрольная работа (Метод Фольгарда).

#### *Лабораторная работа* **Перманганатометрия**

Приготовление раствора оксалата натрия, установление титра и нормальности перманганата калия. Индивидуальная контрольная работа. Построение кривых титрования.

#### *Лабораторная работа* **Иодометрия**

Расчет массы навески. Приготовление раствора бихромата калия. Установление нормальности тиосульфата натрия. Индивидуальная контрольная работа.

*Литература:* [1], [3], [4], [5]

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

#### **Тема 9. Общая характеристика физико-химических методов анализа**

##### *Лекция*

1. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Классификация, достоинства и недостатки.

2. Электрохимические методы анализа. Общая характеристика.

3. Способы потенциометрического анализа.

4. Спектроскопические методы анализа.

5. Молекулярно-абсорбционный анализ. Основные принципы.

6. Рефрактометрический анализ.

7. Хроматография.

*Основные понятия темы:* потенциометрическое титрование, электрод сравнения, индикаторный электрод, ионометрия, закон Бугера-Ламберта-Бера, оптическая плотность, закон аддитивности, показатель преломления, сорбент, сорбат, хроматограф, газожидкостная хроматография, ионообменная хроматография, время удержания.

*Вопросы для самоконтроля:*

1. На чем основаны потенциометрические методы анализа?

2. Какие требования предъявляют к электродам индикаторным и сравнения?

3. Какие процессы лежат в основе используемых в химическом анализе спектральных методах?

4. При каких условиях возможен анализ смеси веществ методом молекулярно-адсорбционного анализа в ультрафиолетовой и видимой областях спектра.

5. Какие причины вызывают кажущиеся отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера?

6. Сформулируйте закон Бугера-Ламберта-Бера.

7. Какой метод физико-химического анализа основан на измерении показателя преломления.

8. Что такое сорбция, адсорбция, абсорбция? Дайте краткую характеристику каждому явлению.

9. Что называют сорбентом и сорбатом?

10. Что используют в виде сорбентов в газовой хроматографии?

11. Какие виды детекторов применяют в газовой хроматографии?

12. Почему колонки в газовых хроматографах имеют вид спирали?

13. Что такое хроматограмма? Какие данные можно получить при ее обработке и анализе?

14. В чем заключается метод ионной хроматографии?

#### **Лабораторная работа Фотоколориметрия**

Знакомство с работой фотоколориметра. Подготовка стандартных растворов. Построение градуировочного графика. Контрольное определение.

#### **Лабораторная работа Хроматография**

Подготовка хроматографических пластин. Хроматографирование стандартных растворов и контрольного раствора.

#### **Лабораторная работа Рефрактометрия**

Знакомство с работой рефрактометра, определение показателя преломления стандартных растворов, определение показателя преломления контрольного раствора.

*Литература:* [1], [2], [4]

## **5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся**

### **5.1. Внеаудиторная самостоятельная работа студентов**

В целом внеаудиторная самостоятельная работа студента при изучении курса включает в себя следующие виды работ:

- проработка (изучение) материалов лекций;
- чтение и проработка рекомендованной основной и дополнительной литературы;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- поиск и проработка материалов из Интернет-ресурсов, научных публикаций;
- подготовка к защите лабораторных работ;
- подготовка к текущему и итоговому (промежуточная аттестация) контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы студентов приходится на подготовку к лабораторным работам и их защите, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к лабораторным работам и их защите предполагает умение работать с первичной информацией.

#### *Самостоятельная работа по разделу 1:*

Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой (1 и дополнительная).

Подготовка материалов к контрольному опросу по изученным темам, лабораторным занятиям, тестовым проверкам знаний, защите лабораторных работ, диалогам с преподавателем и участниками проверки знаний первого дисциплинарного раздела.

#### *Самостоятельная работа по разделу 2:*

Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой (1 и дополнительная).

Подготовка материалов к контрольному опросу по изученным темам, лабораторным занятиям, тестовым проверкам знаний, защите лабораторных работ, диалогам с преподавателем и участниками проверки знаний второго дисциплинарного раздела.

### *Самостоятельная работа по разделу 3:*

Работа с конспектом лекций и рекомендованной литературой (1 и дополнительная).

Подготовка материалов к контрольному опросу по изученным темам, лабораторным занятиям, тестовым проверкам знаний, защите лабораторных работ, диалогам с преподавателем и участниками проверки знаний третьего дисциплинарного раздела.

### **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

#### *Перечень вопросов к промежуточной аттестации (зачет)*

1. Структура современной аналитической химии. Основные понятия.
2. Метод и методика анализа. Характеристика химических и физико-химических методов анализа. Достоинства и недостатки методов.
3. Аналитические реакции и требования, применяемые к ним. Аналитические реагенты и реактивы. Систематический и дробный анализ.
4. Аналитический сигнал. Идентификация индивидуального вещества и анализ смеси веществ. Методы разделения и концентрирования.
5. Кислотно-основная классификация катионов и анионов.
6. Первая аналитическая группа катионов. Частные реакции. Систематический ход анализа.
7. Вторая аналитическая группа катионов. Действие группового реагента.
8. Разделение смеси катионов второй аналитической группы.
9. Третья аналитическая группа. Частные реакции. Групповой реагент.
10. Разделение смеси катионов третьей аналитической группы.
11. Закон действующих масс в аналитической химии. Границы его применимости.
12. Химическое равновесие. Константа химического равновесия (истинная, термодинамическая, концентрационная). Условная константа химического равновесия.
13. Состояние сильных электролитов. Молярная концентрация и активность, коэффициент активности
14. Ионная сила раствора. Влияние ионной силы на коэффициент активности ионов.
15. Применение кислотно-основных реакций в аналитической химии. Кислоты и основания с точки зрения теории электролитической диссоциации и с позиции теории Бренстена и Лоури.
16. Сильные и слабые электролиты. Степень и константа диссоциации. Смещение ионных равновесий.

17. Водородный показатель среды. Константа ионизации воды. Ионное произведение воды. Влияние pH на протекание аналитических реакций.
18. Буферные системы. Механизм буферного действия. Применение буферных систем в химическом анализе. Буферная емкость.
19. Основные типы, используемых химических реакций: кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования, осаждения.
20. Общая характеристика комплексных соединений. Комплексоны.
21. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и нестойкости комплексных соединений. Условные константы устойчивости.
22. Влияние различных факторов на процесс комплексообразования
23. Окисление-восстановление как один из основных методов химического анализа. Окислители и восстановители, применяемые в аналитической химии.
24. Окислительно-восстановительные потенциалы. Нормальные окислительно-восстановительные потенциалы. Таблица нормальных окислительно-восстановительных потенциалов и выводы из нее. Зависимость между величинами окислительно-восстановительных потенциалов и условия, в которых протекает реакция окисления-восстановления.
25. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Окислительно-восстановительные потенциалы. Направление протекания окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста.
26. Гетерогенное равновесие. Растворимость. Произведение растворимости.
27. Условия образования осадка. Факторы, влияющие на образование осадка. Солевой эффект. Влияние одноименных ионов на растворение осадка.
28. Механизм образования осадка и условия осаждения.

*Перечень вопросов к промежуточной аттестации (экзамен)*

1. Количественный анализ. Классификация методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.
2. Источники ошибок количественного анализа. Правильность и воспроизводимость результатов количественного анализа.
3. Классификация ошибок количественного анализа. Систематическая ошибка, ее источники.
4. Сущность гравиметрического метода анализа. Весовая и гравиметрическая форма. Требования, предъявляемые к ним. Факторы, влияющие на образование осадков и весовых форм.
5. Основные операции гравиметрического анализа. Теоретическое обоснование оптимальных условий для весового определения вещества.
6. Виды загрязнений осадков. Учет потерь при осаждении и промывании.
7. Требования к реакциям, применяемым в титриметрическом методе анализа. Точка эквивалентности и способы ее фиксирования.
8. Классификация методов титриметрического анализа по типу химических реакций и способу титрования.
9. Стандартные и рабочие растворы. Требования, предъявляемые к ним. Навеска, взятие навески. Приготовление стандартного раствора.
10. Кислотно-основные индикаторы. Функция кислотности. Ионно-хромофорная теория индикаторов. Принцип выбора индикатора.
11. Кислотно-основное титрование. Рабочие растворы и стандартные. Способы фиксирования конечной точки титрования.
12. Кривые титрования по методу нейтрализации. Скачок титрования и факторы на него влияющие.



13. Метод осаждения. Общая характеристика. Сущность метода, требования, предъявляемые к реакциям в методе осадительного титрования. Титрант, установочные вещества.

14. Способы фиксирования точки эквивалентности в методе осадительного титрования. Индикаторы (осадительные, металлохромные, адсорбционные). Индикаторы. Практическое применение.

15. Метод Мора и метод Фольгарда. Характеристика. Применение. Достоинства и недостатки.

16. Перманганатометрия. Уравнения реакции. Титрант, установочные вещества. Способ фиксирования точки эквивалентности. Практическое применение.

17. Йодометрия. Уравнения реакции. Титрант, установочные вещества. Индикаторы. Практическое применение.

18. Бихроматометрия. Уравнения реакции. Титрант, установочные вещества. Индикаторы. Практическое применение.

19. Инструментальные методы анализа. Общая характеристика методов анализа, их классификация, достоинства и недостатки.

20. Оптические методы анализа. Общий принцип метода. Классификация оптических методов анализа. Молекулярный спектральный анализ в ультрафиолетовой и видимой области спектра.

21. Методы адсорбционного анализа (колориметрия, фотоколориметрия, количественный фотометрический анализ).

22. Фотометрический анализ. Общая характеристика метода. Основные законы поглощения и излучения. Причины несоблюдения законов. Точность измерения. Выбор оптимальных условий.

## **7 Рекомендуемая литература**

### **7.1 Основная**

1. Ипполитов Е.Г. Физическая химия: учебник. — М.: Академия, 2005. — 448с. (30 экз.)

### **7.2. Дополнительная литература**

2. Белик В.В. Физическая и коллоидная химия: учебник. — М.: Академия, 2005. — 288 с. (30 экз.)
3. Васильев В.П. Аналитическая химия: учебник. Кн.1. — М.: Дрофа, 2007. — 366 с. (40 экз.)
4. Васильев В.П. Аналитическая химия: учебник. Кн.2. — М.: Дрофа, 2007. — 383 с. (40 экз.)
5. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы: учеб. пособие/ под ред. Ю.А. Золотова. — М.: Высшая школа, 2004. — 412 с. (12 экз.)

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Химическая наука и образование в России [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.chem.msu.ru/cgi-bin/tkv.pl>

Химия. Каталог научных статей [Электронный ресурс]. — URL: <https://elementy.ru>

Научно-техническая библиотека [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.sciteclibrary.ru/>

Химик. Сайт о химии [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.xumuk.ru/>

## **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным вопросам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа студентов, а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

На лекциях рассматриваются такие важные разделы аналитической химии и физико-химических методов анализа: общие теоретические основы аналитической химии, качественный анализ, количественный анализ, физико-химические методы анализа. В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на лабораторном занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательными для каждой темы дисциплины

Целью проведения лабораторных занятий является закрепление теоретических знаний студентов, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Занятия лабораторного типа включают в себя следующие этапы: изучение теоретической части лабораторной работы; конспектирование хода выполнения лабораторной работы и проведение ее экспериментальной части; выполнение необходимых графиков; оформление отчета о проделанной работе; защита лабораторной работы. Для подготовки к занятиям лабораторного типа и защиты выполненных лабораторных работ студенты выполняют проработку методических указаний по выполнению лабораторной работы, уделяя особое внимание целям и задачам, теоретической части и порядку выполнения лабораторной работы; конспектирование источников; работу с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы.

В ходе групповых и индивидуальных консультаций студенты имеют возможность получить квалифицированную консультацию по организации самостоятельного управления собственной деятельностью на основе анализа имеющегося у студента опыта обучения, используемых учебных стратегий, через обсуждение сильных сторон и ограничений стиля учения, а также поиск ресурсов, предоставляемых вузом для достижения намеченных результатов; для определения темы и проблемы исследования, выполнения мини-проектов по дисциплине, обсуждения научных текстов и текстов студентов, решения учебных задач, для подготовки к интерактивным занятиям семинарского типа, для подготовки к контрольным точкам, в том числе итоговой; детально прорабатывать возникающие проблемные ситуации, осуществлять поиск вариантов их решения, определять преимущества и ограничения используемых средств для решения поставленных учебных задач, обнаруживать необходимость изменения способов организации своей работы и др.

При изучении дисциплины используются интерактивные методы обучения, такие как:

1. Лекция:

– лекция-визуализация – подача материала осуществляется средствами технических средств обучения с кратким комментированием демонстрируемых визуальных материалов (презентаций).

2. Лабораторное занятие:

–тренинг – метод обучения и развития способностей к овладению деятельностью проведения химических лабораторных исследований. Интенсивная работа во время тренинга помогает достичь высоких результатов за короткий срок, а последующая система после тренингового сопровождения обеспечивает надежное закрепление материала

– работа в малых группах обеспечивает активную познавательную деятельность обучающихся, предусматривает распределение обязанностей между ними, исполнительную и организаторскую инициативу, актуализацию, как опыта самостоятельной деятельности, так и совместной работы по выполнению лабораторных работ, что согласуется с реалиями

профессиональной деятельности будущих специалистов.

## **10 Курсовой проект (работа)**

Выполнение курсового проекта (работы) не предусмотрено учебным планом.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем**

### ***11.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса***

- электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 8 рабочей программы;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством электронной почты.

### ***11.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса***

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- текстовый редактор Microsoft Word;
- пакет Microsoft Office
- электронные таблицы Microsoft Excel;
- презентационный редактор Microsoft Power Point.

### ***11.3 Перечень информационно-справочных систем***

- справочно-правовая система Консультант-плюс <http://www.consultant.ru/online>
- справочно-правовая система Гарант <http://www.garant.ru/online>

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная лаборатория х/к-3 с комплектом учебной мебели. При проведении лабораторных работ используется лаборатория аналитической химии х/к-3 на 15 посадочных мест с оборудованием; водонагреватель; аквадистиллятор ДЭ-44; печь муфельная МИМП-10У; шкаф суховоздушный ШС-80-01 СПУ; сушилка, устройство для сушки посуды ПЭ-2000; плита электрическая; микроскоп «Микмед»; колориметр КФК-2; весы аналитические (электронные) ВЛ-210; весы лабораторные (электронные) АН-420 СЕ; центрифуга лабораторная ОПн-3М; прибор Нитратомер портативный «Нитра-тест»; прибор рН-метр рН-211 с автоматической калибровкой и термокомпенсацией; ареометр Ц-19; инструменты (тигельные щипцы, шпатели, пинцеты и др.) материалы (фильтровальная бумага, вата), лабораторная посуда (колбы, пипетки, спиртовки, цилиндры и др.).

Для самостоятельной работы обучающихся используются кабинеты 6-214 и 6-314; каждый оборудован комплектом учебной мебели, двумя компьютерами с доступом в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» и в электронную информационно-образовательную среду организации, принтером и сканером.

При изучении дисциплины используется библиотечный фонд КамчатГТУ: учебники, учебные пособия, периодические журналы, электронный ресурс; раздаточный материал.

## Дополнения и изменения в рабочей программе

Дополнения и изменения в рабочей программе за \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» для направления подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внес \_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)