

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 01.11.2023 16:48:03  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной  
и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
«\_26\_» \_\_ марта\_\_\_\_ 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**  
Направление подготовки

**04.03.01 Химия**

Направленность программы бакалавриата  
**Физическая химия и химия материалов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **аналитической химии**

Санкт-Петербург

2019

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| Должность | Подпись | Ученое звание,<br>фамилия, инициалы |
|-----------|---------|-------------------------------------|
| Доцент    |         | доцент Зарембо Д.В.                 |

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» обсуждена на заседании кафедры аналитической химии  
протокол от «04» февраля 2019 № 4  
Заведующий кафедрой

В.И.Зарембо

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов  
протокол от «21» марта 2019 № 6

Председатель

С.Г.Изотова

## СОГЛАСОВАНО

|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
| Руководитель направления подготовки<br>«Химия»                    |  | С.Г.Изотова     |
| Директор библиотеки   |  | Т.Н.Старостенко |
| Начальник методического отдела<br>учебно-методического управления |  | Т.И.Богданова   |
| Начальник<br>учебно-методического управления                      |  | С.Н.Денисенко   |
|   |  |                 |

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы ..... | 04 |
| 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....   | 08 |
| 3. Объем дисциплины .....   | 08 |
| 4. Содержание дисциплины  |    |
| 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....   | 08 |
| 4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций .....  | 09 |
| 4.3. Занятия лекционного типа.....  | 10 |
| 4.4. Занятия семинарского типа.....   | 13 |
| 4.4.1. Семинары, практические занятия .....   | 13 |
| 4.4.2. Лабораторные занятия.....  | 14 |
| 4.5. Самостоятельная работа.....  | 15 |
| 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....                                       | 17 |
| 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....  | 17 |
| 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....   | 18 |
| 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....                            | 18 |
| 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....  | 18 |
| 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине                                |    |
| 10.1. Информационные технологии.....  | 19 |
| 10.2. Программное обеспечение.....  | 19 |
| 10.3. Информационные справочные системы.....  | 19 |
| 11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....                                  | 19 |
| 12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....  | 19 |

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

В результате для освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Код и наименование компетенции <sup>1</sup>   | Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>   | Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>  |
|---|---|---|
| <p><b>ОПК-1</b><br/>Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</p> | <p><b>ОПК-1.О.08.1</b><br/>Систематизация и анализ результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений в соответствии с общепринятыми представлениями в аналитической химии</p> | <p><b>Знать:</b><br/>основные законы, правила и закономерности аналитической химии (ЗН-1);<br/><b>Уметь:</b><br/>анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов (У-1);<br/><b>Владеть:</b><br/>навыками обработки экспериментальных данных для получения результатов качественного и количественного анализа (Н-1).</p> |
|   | <p><b>ОПК-1.О.08.2</b><br/>Формулирование заключений и выводов по результатам анализа литературных данных и собственных результатов анализа веществ</p>                                 | <p><b>Знать:</b><br/>теоретические основы аналитической химии (ЗН-2);<br/><b>Уметь:</b><br/>формулировать заключения и выводы по результатам анализа собственных и литературных данных (У-2);<br/><b>Владеть:</b><br/>навыками представления результатов анализа (Н-2).</p>   |

<sup>1</sup> Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

<sup>2</sup> Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчиком РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

<sup>3</sup> Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

| Код и наименование компетенции <sup>1</sup>  | Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>   | Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>  |
|--|---|---|
| <p><b>ОПК-2</b><br/>Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</p> | <p><b>ОПК-2.О.08.1</b><br/>Работа с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности в лабораторном практикуме по аналитической химии</p> | <p><b>Знать:</b><br/>технику безопасности в химической лаборатории (ЗН-3);<br/><b>Уметь:</b><br/>применять инструкции по технике безопасности в зависимости от вида анализа и используемого оборудования (У-3);<br/><b>Владеть:</b><br/>методами безопасного обращения с химическими веществами и аналитическими приборами (Н-3).</p> |
|  | <p><b>ОПК-2.О.08.2</b><br/>Проведение анализа веществ и материалов разной природы с использованием методик аналитической химии</p>                      | <p><b>Знать:</b><br/>стандартные методики качественного и количественного анализа (ЗН-4);<br/><b>Уметь:</b><br/>использовать лабораторное оборудование при проведении эксперимента (У-4);<br/><b>Владеть:</b><br/>техникой безопасности при работе с химическими веществами и аналитическим оборудованием (Н-4).</p>                  |
| <p><b>ОПК-6</b><br/>Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</p>  | <p><b>ОПК-6.О.08.1</b><br/>Представление результатов работы в виде отчета по стандартной форме в лабораторном практикуме по аналитической химии</p>     | <p><b>Знать:</b><br/>правила оформления отчетов по стандартной форме (ЗН-5);<br/><b>Уметь:</b><br/>оценивать метрологические и аналитические характеристики (У-5);<br/><b>Владеть:</b><br/>навыками представления результатов качественного и количественного анализа (Н-5).</p>  |

| Код и наименование компетенции <sup>1</sup>   | Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>  | Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>  |
|---|--|---|
| <p><b>ПК-1</b><br/>Способен выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам</p>                                  | <p><b>ПК-1.О.08.1</b><br/>Проведение стандартных операций для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе</p> | <p><b>Знать:</b><br/>типовые операции химического и физико-химического анализа (ЗН-6);<br/><b>Уметь:</b><br/>выполнять стандартные операции в зависимости от вида анализа (У-6);<br/><b>Владеть:</b><br/>навыками работы с аналитическим оборудованием (Н-6).</p>   |
| <p><b>ПК-2</b><br/>Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований</p> | <p><b>ПК-2.О.08.2</b><br/>Выбор метода и технических средств для проведения качественного и количественного анализа веществ</p>                | <p><b>Знать:</b><br/>основные виды аналитического оборудования для проведения качественного и количественного анализа (ЗН-7);<br/><b>Уметь:</b><br/>выбирать метод анализа в зависимости от содержания определяемого количества, природы анализируемого объекта (У-7);<br/><b>Владеть:</b><br/>навыками работы на современных аналитических приборах (Н-7).</p> |
| <p><b>ПК-3</b><br/>Владеет системой фундаментальных химических, физических и математических понятий</p>                   | <p><b>ПК-3.О.08.1</b><br/>Использование системы фундаментальных химических понятий для решения задач аналитической химии</p>                   | <p><b>Знать:</b><br/>сущность явлений, лежащих в основе основных химических и физико-химических методов анализа (ЗН-8);<br/><b>Уметь:</b><br/>использовать фундаментальные представления аналитической химии для решения практических задач (У-8);<br/><b>Владеть:</b><br/>основными химическими понятиями (Н-8).</p>   |

| Код и наименование компетенции <sup>1</sup>  | Код и наименование индикатора достижения компетенции <sup>2</sup>  | Планируемые результаты обучения (дескрипторы) <sup>3</sup>  |
|--|--|---|
| <p><b>ПК-4</b><br/>Способен применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов</p> | <p><b>ПК-4.О.08.1</b><br/>Применение основных естественнонаучных законов и закономерностей аналитической химии при анализе полученных результатов</p>      | <p><b>Знать:</b><br/>основные законы аналитической химии (ЗН-9);<br/><b>Уметь:</b><br/>применять полученные теоретические знания для анализа полученных результатов (У-9);<br/><b>Владеть:</b><br/>теоретическими основами качественного и количественного анализа (Н-9).</p>   |
| <p><b>ПК-5</b><br/>Способен получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий</p>                     | <p><b>ПК-5.О.08.1</b><br/>Использование современных компьютерных технологий для обработки результатов химического и физико-химического анализа веществ</p> | <p><b>Знать:</b><br/>математические и графические методы определения концентрации в аналитической химии (ЗН-10);<br/><b>Уметь:</b><br/>использовать программное обеспечение для определения концентрации веществ (У-10);<br/><b>Владеть:</b><br/>навыками обработки результатов экспериментов с применением компьютерных технологий (Н-10).</p> |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части (Б1.О.08) и изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестрах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физика» и «Неорганическая химия». Полученные в процессе изучения дисциплины «Аналитическая химия» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Физические методы анализа», «Физико-химические методы исследования веществ и материалов», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

## 3. Объем дисциплины.

| Вид учебной работы   | Всего,<br>ЗЕ/академ. часов   |
|--|------------------------------|
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b><br>(зачетных единиц/ академических часов) | <b>6/ 216</b>                |
| <b>Контактная работа с преподавателем:</b>                                     | <b>128</b>                   |
| занятия лекционного типа   | 36                           |
| занятия семинарского типа, в т.ч.  | 72                           |
| семинары, практические занятия   | 36                           |
| лабораторные работы  | 36                           |
| курсовое проектирование (КР или КП)  | -                            |
| КСР  | 20                           |
| другие виды контактной работы  | -                            |
| <b>Самостоятельная работа</b>  | <b>61</b>                    |
| <b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)                        | Кр                           |
| <b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)                 | <b>Зачет,<br/>Экзамен/27</b> |

## 4. Содержание дисциплины.

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела дисциплины | Занятия лекционного типа,<br>академ. часы | Занятия семинарского<br>о типа,<br>академ. часы |                        | Самостоятельная работа,<br>академ. часы | Формируемые компетенции |
|----------|------------------------------------|---|---|------------------------|---|-------------------------|
|          |                                    |   | Семинары и/или<br>практические                  | Лабораторные<br>работы |   |                         |
| 1.       | Химические методы анализа          | 18  | 18  | 18                     | 42                                      | ОПК-1,<br>ОПК-2,        |

|    |                                  |    |    |    |    |  |
|----|----------------------------------|----|----|----|----|--|
|    |                                  |    |    |    |    | ОПК-6,<br>ПК-1,<br>ПК-2,<br>ПК-3,<br>ПК-4                              |
| 2. | Физико-химические методы анализа | 18 | 18 | 18 | 27 | ОПК-1,<br>ОПК-2,<br>ОПК-6,<br>ПК-1,<br>ПК-2,<br>ПК-3,<br>ПК-4,<br>ПК-5 |

**4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины**

| №<br>п/п | Код индикаторов<br>достижения<br>компетенции   | Наименование раздела дисциплины  |
|----------|--|----------------------------------|
| 1.       | ОПК-1.О.08.1<br>ОПК-1.О.08.2<br>ОПК-2.О.08.1<br>ОПК-2.О.08.2<br>ОПК-6.О.08.1<br>ПК-1.О.08.1<br>ПК-1.О.08.2<br>ПК-2.О.08.2<br>ПК-3.О.08.1<br>ПК-4.О.08.1                | Химические методы анализа        |
| 2.       | ОПК-1.О.08.1<br>ОПК-1.О.08.2<br>ОПК-2.О.08.1<br>ОПК-2.О.08.2<br>ОПК-6.О.08.1<br>ПК-1.О.08.1<br>ПК-1.О.08.2<br>ПК-2.О.08.1<br>ПК-3.О.08.1<br>ПК-4.О.08.1<br>ПК-5.О.08.1 | Физико-химические методы анализа |

### 4.3. Занятия лекционного типа.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|---------------------|
| 1                    | <u>Введение в аналитическую химию.</u><br>Предмет, цели, области применения, классификация видов и методов современной аналитической химии. Классификация по видам анализа: качественный и количественный; по природе обнаруживаемых или определяемых компонентов; по природе анализируемых объектов; по массе аналитической навески и диапазону определяемых содержаний.                      | 1                 | Видеоматериал       |
| 1                    | <u>Метрологические основы аналитической химии.</u><br>Единицы количества вещества. Аналитический сигнал. Измерение. Аналитические характеристики. Метрологические характеристики. Пробоотбор и подготовка пробы к анализу.   | 1                 | -                   |
| 1                    | <u>Гравиметрический анализ.</u> Сущность и основные этапы метода. Осаждаемая и гравиметрическая формы соединений, требования, предъявляемые к ним. Принцип вычисления результатов анализа. Применение гравиметрии.   | 2                 | Видеоматериал       |
| 1                    | <u>Равновесие растворимости малорастворимых соединений.</u> Растворимость осадков. Термодинамическая, концентрационная, условная константы растворимости. Образование и свойства осадков.  | 2                 | -                   |
| 1                    | <u>Титриметрический анализ.</u> Сущность и краткая характеристика метода. Основные понятия. Кривая титрования как основа выбора и обоснования условий титрования. Методы регистрации конечной точки титрования. Индикаторы. Классификация титриметрических методов анализа по типу химических реакций и по технике титрования. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе. | 2                 | Видеоматериал       |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Иновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|--------------------|
| 1                    | <u>Кислотно-основное титрование.</u> Общая характеристика и возможности метода. Стандартные растворы для кислотно-основных титрований. Кислотно-основные индикаторы. Принципы их выбора. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований.  | 2                 | Видеоматериал      |
| 1                    | <u>Комплексометрическое титрование.</u> Общая характеристика, классификация и возможности метода. Равновесие реакций комплексообразования. Комплексоны, их свойства (комплексон II, комплексон III). Равновесия образования комплексонов металлов, концентрационная константа устойчивости комплексонов. Кривые титрования.  | 4                 | Видеоматериал      |
| 1                    | <u>Окислительно-восстановительное титрование.</u> Общая характеристика, классификация и возможности методов окислительно-восстановительного титрования. Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительный потенциал. Стандартный и формальный электродный потенциал Кривые титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования. | 4                 | -                  |
| 2                    | <u>Основы физико-химических методов анализа.</u> Основные понятия. Классификация физико-химических методов. Методы определения концентраций аналитов. Метрологические и аналитические характеристики.  | 1                 | Слайд-презентация  |
| 2                    | <u>Спектроскопические методы анализа.</u> Стационарные состояния системы. Понятие спектра. Способы выявления спектра состояний. Виды спектров. Использование спектров в аналитической химии. Классификация спектральных методов анализа.   | 1                 | Слайд-презентация  |
| 2                    | <u>Атомно-эмиссионная спектроскопия.</u> Теоретические основы эмиссионного спектрального анализа. Источники атомизации и возбуждения. Регистрация излучения. Качественный анализ. Количественный анализ.   | 2                 | Слайд-презентация  |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, акад. часы | Иновационная форма       |
|----------------------|---|-------------------|--------------------------|
| 2                    | <u>Абсорбционная спектроскопия.</u> Сущность, классификация, назначение и применение метода. Теоретические основы абсорбционной спектроскопии. Идентификация соединений по спектрам поглощения. Основной закон светопоглощения (закон Бугера-Ламберта-Бера). Количественный анализ. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Резонансное излучение. Понятие плазмы. Методы количественного определения. Спектрофотометр для атомно-абсорбционного анализа. | 2                 | Слайд-презентация        |
| 2                    | <u>Фотометрические методы анализа.</u> Основы фотометрии. Методы определения концентрации растворов. Аппаратура и техника фотометрических измерений.  | 2                 | Слайд-презентация        |
| 2                    | <u>Инфракрасная спектроскопия.</u> Идентификация соединений по ИК-спектрам. Количественный анализ. Аналитические и метрологические характеристики ИК-спектроскопии. Аппаратура и области применения ИК-спектроскопии.   | 2                 | Видеоматериал            |
| 2                    | <u>Люминесцентные методы анализа.</u> Основные понятия. Классификация, назначение и применение методов. Количественное флуориметрическое определение веществ. Аппаратура для люминесцентного анализа.   | 2                 | Слайд-презентация        |
| 2                    | <u>Радиометрические методы анализа.</u> Явление радиоактивности. Радиоактивное излучение. Свойства радиоактивных излучений. Качественный и количественный анализ. Приборы для радиометрических методов анализа. Метрологические характеристики.   | 2                 | Слайд-презентация        |
|                      | <u>Электрохимические методы анализа.</u> Основные понятия. Потенциометрия. Вольтамперометрия. Амперометрическое титрование. Кулонометрия.   | 2                 | <i>Слайд-презентация</i> |
|                      | <u>Хроматографические методы анализа.</u> Основные понятия. Классификация хроматографических методов анализа. Способы получения хроматограмм. Жидкостная хроматография. Газовая и газо-жидкостная хроматография.  | 2                 | <i>Слайд-презентация</i> |

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия  | Объем, акад. часы | Инновационная форма |
|----------------------|---|-------------------|---------------------|
| 1                    | <u>Гравиметрический анализ.</u><br>Расчет результатов гравиметрического анализа. Расчет начальной навески (пробы), концентрации и объема осадителя, растворимости осадка, массы потери осадка при промывании. | 4                 |                     |
| 1                    | <u>Титриметрические методы анализа.</u><br>Способы выражения концентраций. Приготовление растворов.   | 4                 |                     |
| 1                    | <u>Кислотно-основное титрование.</u><br>Расчет прямого, обратного кислотно-основного титрования.  | 4                 |                     |
|                      | <u>Окислительно-восстановительное титрование.</u><br>Расчет прямого, обратного, заместительного окислительно-восстановительного титрования  | 6                 |                     |
| 2                    | <u>Метрологические основы ФХМА.</u> Прямые и косвенные измерения. Метрологические характеристики ФХМА (предел обнаружения, чувствительность, селективность, диапазон определяемых содержаний).                | 2                 |                     |
| 2                    | <u>Атомно-эмиссионная спектроскопия.</u><br>Спектральные приборы для атомно-эмиссионного анализа. Оптические характеристики спектральных приборов.  | 2                 |                     |
| 2                    | <u>Атомно-абсорбционная спектроскопия.</u><br>Спектрофотометр для атомно-абсорбционного анализа.  | 2                 |                     |
| 2                    | <u>Фотометрические методы анализа.</u> Выбор оптимальной спектральной области и оптимальных условий фотометрического анализа. Аппаратура и техника фотометрических измерений                                  | 2                 |                     |
| 2                    | <u>Инфракрасная спектроскопия.</u> Аналитические и метрологические характеристики ИК-спектроскопии. Аппаратура и области применения ИК-спектроскопии.   | 2                 |                     |
| 2                    | <u>Люминесцентные методы анализа.</u> Факторы, влияющие на чувствительность, точность и избирательность определения. Аппаратура для люминесцентного анализа.  | 2                 |                     |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Иновационная форма |
|----------------------|--|-------------------|--------------------|
| 2                    | <u>Радиометрические методы анализа.</u> Приборы для радиометрических методов анализа.  | 2                 |                    |
| 2                    | <u>Электрохимические методы анализа.</u> Прямая кулонометрия при постоянном потенциале рабочего электрода. Кулонометрическое титрование. Чувствительность; интервал определяемых содержаний. | 2                 |                    |
| 2                    | <u>Хроматографические методы анализа.</u> Хроматографические параметры. Селективность и разрешение.  | 2                 |                    |

#### 4.4.2. Лабораторные занятия.

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|--|-------------------|------------|
| 1                    | Аналитические весы и техника взвешивания.  | 2                 |            |
| 1                    | <u>Гравиметрический анализ.</u> Гравиметрическое определение бария.  | 8                 |            |
| 1                    | <u>Методы кислотно-основного титрования.</u> Стандартизация раствора соляной кислоты.                                  | 4                 |            |
| 1                    | <u>Комплексонометрия.</u> Комплексонометрическое определение магния.   | 2                 |            |
| 1                    | <u>Йодометрия.</u> Йодометрическое определение меди.   | 2                 |            |
| 2                    | <u>Атомно-эмиссионный спектральный анализ.</u> Визуальный качественный анализ с помощью стилоскопа.                    | 2                 |            |
| 2                    | <u>Фотометрические методы анализа.</u> Фотометрическое определение железа с сульфосалициловой кислотой.                | 4                 |            |
| 2                    | <u>Электрохимические методы анализа.</u> Кулонометрическое титрование раствора хлороводородной кислоты.                | 4                 |            |
| 2                    | <u>Хроматографические методы анализа.</u> Определение йодид - и бромид-ионов методом бумажной осадочной хроматографии. | 4                 |            |

| № раздела дисциплины | Наименование темы и краткое содержание занятия   | Объем, акад. часы | Примечание |
|----------------------|--|-------------------|------------|
| 2                    | <u>Радиометрические методы анализа.</u><br>Радиометрическое определение примеси калия в натриевых солях. | 4                 |            |

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения  | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|--|-------------------|----------------|
| 1                    | Метрологические основы аналитической химии.  | 2                 | экзамен        |
| 1                    | Образование осадков и их свойства. Загрязнение осадков примесями. Принципиальные основы гравиметрического определения бария, железа, алюминия, магния, кальция, никеля, кремния, серы.   | 8                 | экзамен        |
| 1                    | Равновесие растворимости малорастворимых соединений. Влияние температуры и природы растворителя на растворимость.  | 4                 | Кр №1          |
| 1                    | Общие подходы к выбору титриметрического метода анализа. Расчет результатов прямого, обратного титрования.   | 4                 | Кр №2          |
| 1                    | Расчет кривой титрования сильного основания сильной кислотой. Расчет кривой титрования слабого основания сильной кислотой.   | 4                 | Кр №2          |
| 1                    | Метод осадительного титрования. Аргентометрическое титрование. Сущность метода, способы индикации конечной точки титрования (Мора, Фольгарда, Фаянса).   | 8                 | Кр №3          |
| 1                    | Основные способы повышения селективности комплексонометрических определений. Возможность последовательного титрования нескольких катионов. Методы комплексонометрического титрования.  | 4                 | экзамен        |
| 1                    | Характеристика методов окислительно-восстановительного титрования (перманганатометрия, йодометрия, хроматометрия, броматометрия).  | 8                 | Кр             |
| 2                    | Атомно-эмиссионный спектральный анализ. Спектральные приборы для атомно-эмиссионного анализа. Оптические характеристики спектральных приборов: спектральная полоса пропускания; дисперсия, разрешающая способность, светосила. | 2                 | экзамен        |

| № раздела дисциплины | Перечень вопросов для самостоятельного изучения   | Объем, акад. часы | Форма контроля |
|----------------------|---|-------------------|----------------|
| 2                    | Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Понятие плазмы. Оптические характеристики плазмы и их связь с концентрацией свободных атомов.   | 2                 | экзамен        |
| 2                    | Люминесцентные методы анализа. Факторы, влияющие на чувствительность, точность и избирательность определения. Аппаратура для люминесцентного анализа.   | 2                 | экзамен        |
| 2                    | Фотометрические методы анализа. Аппаратура и техника фотометрических измерений; монохроматоры, светофильтры, их назначение. Методы устранения мешающих ионов. Способы повышения чувствительности фотометрических методов. | 2                 | экзамен        |
| 2                    | Инфракрасная спектроскопия. Аппаратура ИК-спектроскопии. Аналитические и метрологические характеристики ИК-спектроскопии.   | 3                 | экзамен        |
| 2                    | Электрохимические методы анализа. Электроды первого и второго рода, окислительно-восстановительные (редокс) электроды. Газовые, ионоселективные электроды, индикаторные электроды и электроды сравнения.                  | 3                 | экзамен        |
| 2                    | Радиометрические методы анализа. Приборы для радиометрических методов анализа. Метрологические характеристики. Основные источники ошибок и способы их учета.  | 2                 | экзамен        |
| 2                    | Хроматографические методы анализа. Способы получения хроматограмм. Хроматографические параметры. Селективность и разрешение. Аппаратура и обработка хроматограмм.   | 3                 | экзамен        |

#### 4.5.1 Темы контрольных работ

**Кр №1** – Расчеты в гравиметрическом анализе

**Кр №2** – Расчеты в кислотно-основном и комплексонометрическом титровании

**Кр №3** – Расчеты в окислительно-восстановительном титровании

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.**

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и экзамена.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

### **Вариант № 1**

1. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Требования, предъявляемые к ним.
2. Способы выражения концентрации стандартных растворов.
3. Скачок титрования в методе окислительно-восстановительного титрования и факторы, влияющие на его величину.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами (заданиями) (для проверки знаний).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

### **Вариант № 1**

1. Способы отдельных навесок и пипетирования.
2. Фильтрация осадков. Виды фильтров.
3. Классификация электрохимических методов анализа.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно»<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

## 7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

### а) печатные издания:

1. Аналитическая химия: учебник для студ. высш. учеб. заведений: в 3 т. / под ред. Л.Н. Москвина. – М.: Издательский центр «Академия», 2008 - 2010. – 3 т.
2. Основы аналитической химии: Учебник в 2 т. Т. 1. Большова Т.А., Брыкина Г.Д., Гармаш А.В., Золотов Ю.А. и др. / Под ред. Ю.А. Золотова. - 5-е изд. – М.: Академия, 2012. – 384с.
3. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – 7-е изд., перепеч. с изд. 1989г. – М.: Альянс, 2007. – 447 с.
4. Булатов, М.И. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: учеб. пособие / М.И. Булатов, Т.Э. Маметнабиев, С.В. Харитонов. – СПб.: Наука, 2010. – 208с.
5. Аладжалова, Л.М. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Раздел "Химические методы анализа": учеб. пособие / Л.М. Аладжалова, Д.В. Зарембо; СПбГТИ (ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2018. – 92с.
6. Гравиметрический анализ. Примеры решения задач: учеб. пособие / Л.М. Аладжалова, В.И. Зарембо, Д.В. Зарембо, А.А. Колесников; СПбГТИ(ТУ). Каф. аналит. химии. – СПб., 2013. – 85с.

### б) электронные учебные издания<sup>5</sup>:

1. Аладжалова, Л.М. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Раздел "Химические методы анализа": учебное пособие / Л.М. Аладжалова, Д.В. Зарембо; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра аналитической химии. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2018. - 92с. . - URL: <https://technolog.bibliotech.ru>-Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный
2. Гравиметрический анализ. Примеры решения задач: учебное пособие / Л.М. Аладжалова, В.И. Зарембо, Д.В. Зарембо, А.А. Колесников; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра аналитической химии. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: СПбГТИ(ТУ), 2013. - 85с. . - URL: <https://technolog.bibliotech.ru>-Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст: электронный

## 8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

ЭБС «Лань»

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

Все виды занятий по дисциплине «Аналитическая химия» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

---

<sup>5</sup> В т.ч. и методические пособия

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

плановость в организации учебной работы;  
серьезное отношение к изучению материала;  
постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;  
видеоматериалы;  
взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение<sup>6</sup>.**

OpenOffice – свободный пакет офисных приложений.

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы<sup>7</sup>.**

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

---

<sup>6</sup> В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

<sup>7</sup> В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Аналитическая химия»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

| Индекс компетенции | Содержание <sup>8</sup>   | Этап формирования <sup>9</sup> |
|--------------------|---|--------------------------------|
| ОПК-1              | <b>Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений</b>  | промежуточный                  |
| ОПК-2              | <b>Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием</b> | промежуточный                  |
| ОПК-6              | <b>Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе</b>  | промежуточный                  |
| ПК-1               | Способен выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам   | промежуточный                  |
| ПК-2               | <b>Владеет базовыми навыками использования современной аппаратуры</b> при проведении научных исследований   | промежуточный                  |
| ПК-3               | <b>Владеет системой фундаментальных химических, физических и математических понятий</b>   | промежуточный                  |
| ПК-4               | Способен применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов   | промежуточный                  |
| ПК-5               | Способен получать и обрабатывать результаты научных экспериментов с помощью современных компьютерных технологий   | промежуточный                  |

<sup>8</sup> **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

<sup>9</sup> Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

## 2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Показатели сформированности (дескрипторы)                                  | Критерий оценивания  | Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)   |   |   |
|---|--|--|--|---|---|
|   |  |  | «удовлетворительно» (пороговый)  | «хорошо» (средний)  | «отлично» (высокий)   |
| <b>ОПК-1.О.08.1</b><br>Систематизация и анализ результатов химических экспериментов, наблюдений, измерений в соответствии с общепринятыми представлениями в аналитической химии | основные законы, правила и закономерности аналитической химии (ЗН-1)       | Ответы на вопросы №1-6 к экзамену, ответы на вопросы №1-6 к зачету | Формулирует основные законы, правила и закономерности аналитической химии с ошибками   | Формулирует основные законы, правила и закономерности аналитической химии, записывает формулы с небольшими ошибками.  | Знает основные законы, правила и закономерности аналитической химии, записывает формулы без ошибок. Может применить эти знания для решения аналитических задач. |
|   | анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов (У-1) | Выполнение лабораторных работ                                      | Имеет представление о возможных результатах в различных химических и физико-химических методах анализа, делает выводы с ошибками | Имеет представление о возможных результатах в различных химических и физико-химических методах анализа, влияющих на них факторах, делает выводы с помощью подсказок преподавателя | Способен самостоятельно анализировать результаты химических и физико-химических методов анализа и делать выводы   |

|   |  |  |   |  |   |
|---|--|--|---|--|---|
|   | <p>навыками обработки экспериментальных данных для получения результатов качественного и количественного анализа (Н-1)</p> | <p>Выполнение лабораторных работ</p>   | <p>Слабо ориентируется в алгоритме обработки экспериментальных данных для получения результатов качественного и количественного анализа</p> | <p>Выполняет алгоритм обработки экспериментальных данных для получения результатов качественного и количественного анализа с небольшими ошибками</p> | <p>Выполняет алгоритм обработки экспериментальных данных для получения результатов качественного и количественного анализа качественно и без ошибок</p> |
| <p><b>ОПК-1.О.08.2</b><br/>Формулирование заключений и выводов по результатам анализа литературных данных и собственных результатов анализа веществ</p> | <p>теоретические основы аналитической химии (ЗН-2)</p>   | <p>Правильные ответы на вопросы №7-18 к экзамену, ответы на вопросы №7-18 к зачету</p> | <p>Путается в теоретических основах методов химического и физико-химического анализа</p>  | <p>Формулирует с небольшими ошибками теоретические основы методов химического и физико-химического анализа</p>                                       | <p>Уверенно и без ошибок формулирует теоретические основы методов химического и физико-химического анализа</p>  |
|   | <p>формулировать заключения и выводы по результатам анализа собственных и литературных</p>                                 | <p>Отчеты по лабораторным работам</p>  | <p>Имеет слабые представления о работе о работе со</p>  | <p>Формулирует выводы по результатам качественного и</p>   | <p>Самостоятельно формулирует выводы по результатам</p>   |

|   |   |  |  |  |   |
|---|---|--|--|--|---|
|   | данных (У-2)<br><br>навыками представления результатов анализа (Н-2)  | Отчеты по лабораторным работам   | справочными таблицами и их использовании для получения выводов по результатам анализа<br><br>Путается в правилах представления результатов химического и физико-химического анализа                          | количественного анализа с подсказками преподавателя, уметь пользоваться справочными таблицами<br><br>Демонстрирует с ошибками навыки представления результатов химического и физико-химического анализа  | качественного и количественного анализа и справочной литературы<br><br>Демонстрирует хорошие навыки представления результатов химического и физико-химического анализа, может оформлять отчеты  |
| <b>ОПК-2.О.08.1</b><br>Работа с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности в лабораторном практикуме по аналитической химии | технику безопасности в химической лаборатории (ЗН-3)<br><br>применять инструкции по технике безопасности в зависимости от вида анализа и используемого оборудования (У-3) | Правильный ответ на вопрос №19 к экзамену<br><br>Выполнение лабораторных работ | Рассказывает с ошибками принципы техники безопасности по работе в химической лаборатории<br><br>Имеет слабые представления о технике безопасности в зависимости от вида анализа и используемого оборудования | Рассказывает принципы техники безопасности по работе в химической лаборатории, но с наводящими вопросами<br><br>Соблюдает технику безопасности в зависимости от вида анализа и используемого оборудования, но с применением соответствующих инструкций | Правильно излагает технику безопасности по работе в химической лаборатории<br><br>Демонстрирует на практике уверенное знание техники безопасности в зависимости от вида анализа и используемого оборудования, может работать самостоятельно |

|  |  |   |   |   |  |
|--|--|---|---|---|--|
|  | методами безопасного обращения с химическими веществами и аналитическими приборами (Н-3)   | Правильные ответы на вопросы №20-22 к экзамену, выполнение лабораторных работ, ответы на вопросы №20-22 к зачету  | Имеет слабые представления о методах безопасного обращения с химическими веществами и аналитическими приборами, способен работать только под руководством преподавателя   | Рассказывает основы безопасного обращения с химическими веществами и аналитическими приборами, применяет из на практике с небольшими ошибками   | Показывает на практике уверенное владение методами безопасного обращения с химическими веществами и оборудованием в химической лаборатории   |
| <b>ОПК-2.О.08.2</b><br>Проведение анализа веществ и материалов разной природы с использованием методик аналитической химии | стандартные методики качественного и количественного анализа (ЗН-4)<br><br>использовать лабораторное оборудование при проведении эксперимента (У-4)<br><br>техникой безопасности при работе с химическими веществами и аналитическим оборудованием (Н-4) | Правильные ответы на вопросы №23-38 к экзамену, ответы на вопросы №21-38 к зачету<br><br>Выполнение лабораторных работ<br><br>Выполнение лабораторных работ | Перечисляет стандартные методики качественного и количественного анализа. Путается в правилах расчета результатов анализа.<br><br>Может использовать лабораторное оборудование, только используя инструкцию<br><br>Рассказывает и применяет технику безопасности с ошибками | Перечисляет основные методики качественного и количественного анализа. Объясняет правила расчета результатов анализа с помощью наводящих вопросов<br><br>Использует лабораторное оборудование для проведения анализа с подсказками преподавателя<br><br>Рассказывает технику безопасности, на практике допускает небольшие ошибки | Хорошо разбирается в стандартных методиках качественного и количественного анализа. Рассказывает правила расчета результатов анализа без ошибок.<br><br>Может самостоятельно работать на лабораторном оборудовании<br><br>Рассказывает без ошибок и применяет на практике технику безопасности при |

|   |  |   |  |   |  |
|---|--|---|--|---|--|
|   |  |   |  |   | работе с химическими веществами и аналитическим оборудованием,   |
| <b>ОПК-6.О.08.1</b><br>Представление результатов работы в виде отчета по стандартной форме в лабораторном практикуме по аналитической химии | правила оформления отчетов по стандартной форме (ЗН-5)<br><br>оценивать метрологические и аналитические характеристики (У-5)<br><br>навыками представления результатов качественного и количественного анализа (Н-5) | Отчеты по лабораторным работам<br><br>Правильные ответы на вопросы №39-40, отчеты по лабораторным работам, ответ на вопрос №39 к зачету<br><br>Отчеты по лабораторным работам | Имеет слабые навыки оформления отчетов по результатам качественного и количественного анализа.<br><br>Слабо ориентируется в алгоритме расчета метрологических и аналитических характеристик<br><br>Допускает ошибки в расчетах и представлении результатов качественного и количественного анализа | Оформляет законченные отчеты по результатам качественного и количественного анализа, но допускает 1-2 ошибки<br><br>Рассчитывает метрологические и аналитические характеристики с небольшими ошибками<br><br>Определяет и рассчитывает без ошибок результаты проведенного анализа, допускает небольшие ошибки в представлении результатов | Самостоятельно оформляет законченные отчеты по результатам качественного и количественного анализа<br><br>Уверенно и без ошибок рассчитывает метрологические и аналитические характеристики<br><br>Определяет и рассчитывает без ошибок результаты проведенного анализа и правильно их оформляет |
| <b>ПК-1.О.08.1</b><br>Проведение стандартных операций для определения химического и фазового  | типовые операции химического и физико-химического анализа (ЗН-б)   | Правильные ответы на вопросы №41-45 к экзамену, ответы на вопросы №40-42 к зачету   | Путается в перечислении типовых операций химического и физико-химического анализа  | Формулирует типовые операции химического и физико-химического анализа, но путается в последовательности   | Формулирует типовые операции химического и физико-химического анализа и может  |

|  |   |  |   |   |  |
|--|---|--|---|---|--|
| <p>состава веществ и материалов на их основе</p>   | <p>выполнять стандартные операции в зависимости от вида анализа (У-6)</p> <p>навыками работы с аналитическим оборудованием (Н-6)</p>                      | <p>Выполнение лабораторных работ</p> <p>Выполнение лабораторных работ</p>  | <p>Имеет слабые представления о правильном выполнении стандартных операции в гравиметрическом и титриметрическом анализе</p> <p>Имеет слабые представления о работе на аналитическом оборудовании</p> | <p>Выполняет стандартные операции гравиметрическом титриметрическом анализе подсказками</p> <p>Работает на аналитическом оборудовании подсказками преподавателя</p>   | <p>выполнять их</p> <p>Уверенно и без ошибок выполняет стандартные операции в гравиметрическом и титриметрическом анализе</p> <p>Самостоятельно выполняет анализ на аналитическом оборудовании</p>                           |
| <p><b>ПК-1.О.08.2</b><br/>Подготовка объектов исследования для проведения основных видов качественного и количественного анализа</p> | <p>теоретические основы пробоотбора и пробоподготовки (ЗН-7)</p> <p>выполнять стандартные операции по подготовке химических веществ для анализа (У-7)</p> | <p>Правильные ответы на вопросы №46-48 к экзамену, ответ на вопрос №43 к зачету</p> <p>Выполнение лабораторных работ</p> | <p>Путается в перечислении основных методов пробоотбора и пробоподготовки</p> <p>Неуверенно выполняет подготовку химических веществ для анализа, путает</p>   | <p>Перечисляет основные методы пробоотбора и пробоподготовки. Объясняет правила пробоотбора и пробоподготовки, но путается в последовательности операций</p> <p>Выполняет подготовку химических веществ для анализа с подсказками</p> | <p>Перечисляет основные методы пробоотбора и пробоподготовки. Уверенно и без ошибок формулирует порядок операций для различных методов анализа</p> <p>Самостоятельно выполняет подготовку химических веществ для анализа</p> |

|   |   |  |  |   |  |
|---|---|--|--|---|--|
|   | техникой безопасности при работе с химическими веществами (Н-7)   | Выполнение лабораторных работ  | последовательность действий<br><br>Имеет слабые представления о технике безопасности в химической лаборатории  | Формулирует правила техники безопасности в химической лаборатории   | Демонстрирует уверенные знания техники безопасности в химической лаборатории на практике   |
| <b>ПК-2.О.08.1</b><br>Выбор метода и технических средств для проведения качественного и количественного анализа веществ | основные виды аналитического оборудования для проведения качественного и количественного анализа (ЗН-8)<br><br>выбирать метод анализа в зависимости от содержания определяемого количества, природы анализируемого объекта (У-8)<br><br>навыками работы на современных аналитических приборах (Н-8) | Правильные ответы на вопросы №49-58 к экзамену<br><br>Правильные ответы на вопросы №59-67 к экзамену, ответы на вопросы №44-46 к зачету<br><br>Выполнение лабораторных работ | Путается в перечислении основных виды аналитического оборудования для различных методов физико-химического анализа<br><br>Называет основные методы анализа веществ, но путается при выборе метода анализа в зависимости от содержания определяемого количества, природы анализируемого объекта<br><br>Имеет слабые представления о | Называет основные виды аналитического оборудования для различных методов физико-химического анализа<br><br>Формулирует правила выбора метода анализа в зависимости от содержания определяемого количества, природы анализируемого объекта с подсказками<br><br>Знает порядок работы | Перечисляет виды аналитического оборудования для различных методов физико-химического анализа и рисует принципиальные схемы<br><br>Уверенно формулирует правила выбора метода анализа в зависимости от содержания определяемого количества, природы анализируемого объекта<br><br>Может самостоятельно |

|  |   |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|
|  |   |  | порядке работы на различных аналитических приборах   | на различных аналитических приборах, на практике допускает небольшие ошибки  | работать на приборах для физико-химического анализа с соблюдением техники безопасности   |
| <b>ПК-3.О.08.1</b><br>Использование системы фундаментальных химических понятий для решения задач аналитической химии | сущность явлений, лежащих в основе основных химических и физико-химических методов анализа (ЗН-9)<br><br>использовать фундаментальные представления аналитической химии для решения практических задач (У-9)<br><br>основными химическими понятиями (Н-9) | Правильные ответы на вопросы №68-84 к экзамену, ответы на вопросы №47-52 к зачету<br><br>Контрольные работы, лабораторные работы<br><br>Контрольные работы, отчеты по лабораторным работам | Объясняет сущность химических, спектральных, электрохимических, радиационных, люминесцентных хроматографических методов анализа с ошибками<br><br>Решает задачи по аналитической химии с ошибками<br><br>Путается в записи основных химических понятий и единиц их измерения | Объясняет сущность химических, спектральных, электрохимических, радиационных, люминесцентных хроматографических методов анализа с помощью наводящих вопросов<br><br>Решает задачи по аналитической химии с подсказками преподавателя<br><br>Записывает основные химические понятия с небольшими ошибками | Объясняет сущность химических, спектральных, электрохимических, радиационных, люминесцентных хроматографических методов анализа<br><br>Решает задачи по аналитической химии без ошибок<br><br>Записывает основные химические понятия, их математические выражения и единицы измерения без ошибок |
| <b>ПК-4.О.08.1</b><br>Применение основных естественнонаучных   | основные законы аналитической химии (ЗН-10)   | Правильные ответы на вопросы №85-90 к экзамену, ответы   | Формулирует основные законы аналитической химии  | Формулирует основные законы аналитической  | Формулирует основные законы аналитической химии  |

|  |   |   |  |   |  |
|--|---|---|--|---|--|
| <p>законов и закономерностей аналитической химии при анализе полученных результатов</p>  | <p>применять полученные теоретические знания для анализа полученных результатов (У-10)</p> <p>теоретическими основами качественного и количественного анализа (Н-10)</p>                  | <p>на вопросы №53-54 к зачету</p> <p>Правильные ответы на вопросы №91-102 к экзамену, выполнение лабораторных работ</p> <p>Правильные ответы на вопросы №103-124 к экзамену</p> | <p>с ошибками</p> <p>Имеет слабые представления о факторах, влияющих на результаты анализа</p> <p>Объясняет основы качественного и количественного анализа веществ с ошибками</p>      | <p>химии, записывает их математические выражения с помощью наводящих вопросов</p> <p>Называет факторы, влияющие на результаты анализа, учитывает их при анализе результатов лабораторных работ с подсказками преподавателя</p> <p>Объясняет основы качественного и количественного анализа веществ с помощью наводящих вопросов</p> | <p>и записывает их математические выражения</p> <p>Называет факторы, влияющие на результаты анализа, самостоятельно учитывает их при анализе результатов лабораторных работ</p> <p>Объясняет основы качественного и количественного анализа веществ без ошибок</p> |
| <p><b>ПК-5.О.08.1</b><br/>Использование современных компьютерных технологий для обработки результатов химического и физико-химического анализа веществ</p> | <p>математические и графические методы определения концентрации в аналитической химии (ЗН-11)</p> <p>использовать программное обеспечение для определения концентрации веществ (У-11)</p> | <p>Правильные ответы на вопросы №125-129 к экзамену, ответ на вопрос №55 к зачету</p> <p>Выполнение лабораторных работ</p>  | <p>Имеет слабые представления о методах определения концентрации в аналитической химии</p> <p>Допускает ошибки при выборе программного обеспечения для обработки различного набора</p> | <p>Формулирует математические и графические методы определения концентрации в аналитической химии с небольшими подсказками</p> <p>Применяет программное обеспечение для определения концентрации веществ с</p>  | <p>Формулирует и объясняет математические и графические методы определения концентрации в аналитической химии</p> <p>Способен самостоятельно применять программное обеспечение для определения</p>   |

|  |   |                               |  |  |  |
|--|---|-------------------------------|--|--|--|
|  | навыками обработки результатов экспериментов с применением компьютерных технологий (Н-11) | Выполнение лабораторных работ | экспериментальных данных<br><br>С ошибками обрабатывает результаты экспериментов с использованием компьютерных средств | подсказками преподавателя<br><br>Обрабатывает результаты эксперимента с использованием компьютерных средств с небольшими подсказками преподавателя | концентрации веществ<br><br>Способен самостоятельно обработать результаты эксперимента с использованием компьютерных средств |
|--|---|-------------------------------|--|--|--|

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, шкала оценивания – бинарная («зачтено», «не зачтено») и в форме экзамена, шкала оценивания – балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **3.1 Вопросы к экзамену**

##### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:**

1. Принцип вычисления результатов гравиметрического анализа. Понятие о гравиметрическом факторе.
2. Расчет результатов прямого, обратного титрования и титрования заместителя. Принцип эквивалентности (закон эквивалентов).
3. Расчет и построение кривой титрования сильной кислоты (основания) стандартным раствором сильного основания (кислоты).
4. Расчет и построение кривой титрования слабой кислоты (основания) стандартным раствором сильного основания (кислоты).
5. Скачок титрования и факторы, влияющие на его величину. Расчет скачка титрования при заданной допустимой погрешности титрования.
6. Расчет и построение кривых окислительно-восстановительного титрования.
7. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Требования, предъявляемые к ним.
8. Загрязнение осадков примесями. Виды соосаждения: адсорбция, окклюзия, изоморфизм. Соосаждение. Способы уменьшения соосаждения.
9. Условия получения кристаллических осадков. Способы укрупнения частиц. Старение (созревание) кристаллических осадков. Осаждение из гомогенных растворов.
10. Условия получения аморфных осадков. Образование и коагуляция коллоидных растворов. Пептизация осадка.
11. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе.
12. Первичные стандарты (установочные вещества) и требования, предъявляемые к ним. Вторичные стандарты, фиксаналы (стандарт-титры).
13. Способы отдельных навесок и пипетирования.
14. Металлохромные индикаторы и принцип их действия на примере эриохромового черного Т.
15. Индикаторы в методе окислительно-восстановительного титрования: обратимые, необратимые, специфические.
16. Методы регистрации спектров. Сравните их достоинства и недостатки
17. Виды хроматограмм. Способ их представления
18. Хроматографические параметры, характеризующие поведение вещества

##### **в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-2:**

19. Охрана труда в химической лаборатории
20. Техника безопасности при работе на стилоскопе
21. Техника безопасности при работе на газовом хроматографе
22. Техника безопасности при работе на установке ПСО-2.4
23. Принципиальные основы методов гравиметрического определения. Схема анализа, уравнение реакций, структура осадка, обоснование условий получения осаждаемой и гравиметрической форм осадка (численные значения рецептуры не запоминать), принципы загрязнения осадка и меры по его устранению, выбор промывной жидкости, вычисление результатов анализа при определении следующих веществ:
  - а) бария в виде сульфата бария;
  - б) серы в растворимых сульфатах;
  - в) кальция оксалатным методом;

- г) магния фосфатным методом;
  - д) кальция и магния при совместном присутствии;
  - е) никеля в стали;
  - ж) алюминия (осадитель – гидроксид аммония; 8-окихинолин);
  - з) железа в соли Мора (осадитель – гидроксид аммония);
  - и) хлора в растворимых хлоридах.
24. Способы приготовления стандартных растворов. Расчеты, связанные с приготовлением стандартных растворов.
  25. Приготовление и стандартизация раствора ЭДТА, установочные вещества.
  26. Перманганатометрия. Стандартный раствор  $KMnO_4$ , его приготовление, стандартизация и хранение.
  27. Определение восстановителей методом прямого перманганатометрического титрования (на примере  $Fe(II)$ ).
  28. Определение окислителей методом обратного перманганатометрического титрования (на примере  $MnO_2$ ).
  29. Перманганатометрическое определение ионов металлов, образующих малорастворимые оксалаты, методом титрования заместителя (на примере  $Ca(II)$ ).
  30. Йодометрия. Стандартный раствор иода ( $I_2$ ), приготовление, стандартизация.
  31. Йодометрическое определение восстановителей (на примере  $As(III)$ ).
  32. Йодометрия. Стандартный раствор тиосульфата натрия ( $Na_2S_2O_3$ ), его приготовление, стандартизация и хранение.
  33. Йодометрическое определение окислителей способом титрования заместителя (на примере  $As(V)$ ,  $Cu(II)$ ; сильных кислот; ионов металлов ( $Ba(II)$ ,  $Pb(II)$ ), образующих малорастворимые хроматы).
  34. Дихроматометрия. Определение  $Fe(II)$ .
  35. Определение хлорид-ионов методом аргентометрического титрования по способу Мора, Фольгарда и Фаянса.
  36. Количественное определение элементов по их естественной радиоактивности.
  37. Радиометрическое титрование. Сущность, преимущество и недостатки метода.
  38. Аналитический сигнал для качественного и количественного спектрального анализа

**г) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-6:**

39. Метрологические характеристики в аналитической химии.
40. Аналитические характеристики физико-химических методов анализа.

**д) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

41. Фильтрование осадков. Виды фильтров.
42. Промывание осадков. Требования, предъявляемые к жидкости для промывания кристаллических и аморфных осадков.
43. Высушивание и прокаливание осадков.
44. Способы отдельных навесок и пипетирования.
45. Техника комплексонометрического титрования: прямое обратное, косвенное титрование, титрование заместителя.
46. Отбор пробы для анализа. Виды проб. ГОСТ
47. Гравиметрический анализ: подготовка пробы к анализу.
48. Пробоподготовка в спектральных методах анализа.

**е) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:**

49. Устройство и принцип действия ИК- спектрометра
50. Основные типы спектральных приборов, принцип их действия и назначение
51. Газовый хроматограф и его основные узлы.
52. Детекторы, используемые в газовой хроматографии. Катарометр. Устройство и область применения.
53. Аппаратура для проведения кулонометрического анализа.
54. Атомизатор. Его роль в атомно-эмиссионном анализе.
55. Пламя как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
56. Электрическая дуга и искра как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используются. Преимущества и недостатки.
57. Индуктивно- связанная плазма как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
58. Устройство и область применения плазменно-ионизационного детектора.
59. Интервал перехода окраски двухцветных индикаторов и показатель титрования. Принцип выбора кислотно-основного индикатора.
60. Индикаторы в методе окислительно-восстановительного титрования: обратимые, необратимые, специфические. Принцип выбора.
61. Классификация люминесцентных методов анализа.
62. Классификация хроматографических методов анализа.
63. Классификация электрохимических методов анализа.
64. Виды современной полярографии (дифференциальная, разностная, инверсионная).
65. Спектральная область, в которой необходимо проводить фотометрическое определение. Возможные варианты.
66. Светофильтры и их назначение и правила их выбора.
67. Выбор оптимальных условий проведения фотометрического анализа.

**ж) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:**

68. Термодинамическая и концентрационная константа растворимости (произведение растворимости). Растворимость осадка.
69. Основные понятия титриметрического анализа: титрование, стандартный раствор, титрант, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, эквивалент, число и фактор эквивалентности.
70. Кислотно-основные индикаторы. Ионная теория индикаторов.
71. Стандартный, нормальный и условный (формальный, реальный) окислительно-восстановительный потенциал.
72. Электронные спектры поглощения молекул.
73. Основной закон светопоглощения. Оптическая плотность. Правило аддитивности оптических плотностей.
74. Механизм возникновения ИК-спектров.
75. Понятие люминесценции.
76. Сформулируйте правило Стокса - Ломмеля.
77. Какова связь между спектром поглощения и люминесценции молекулы. Правило зеркальной симметрии (правило Левшина).
78. Виды тушения люминесценции.
79. Квантовый выход люминесценции. Пути его повышения.
80. Каков механизм возникновения атомных эмиссионных спектров.

81. Ширина спектральной линии. Виды уширения спектральной линии.
82. Закон радиоактивного распада. Определение постоянной распада, периода полураспада.
83. На каких механизмах взаимодействия излучения с веществом основаны важнейшие методы регистрации излучения. Устройство и принцип действия счетчика Гейгера.
84. Виды радиоактивного излучения и виды радиоактивного распада.

**з) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:**

85. Уравнение материального баланса как основа расчетов в химических методах анализа.
86. Аналитический сигнал как основа количественного анализа в физико-химических методах анализа.
87. Сущность прямого, обратного титрования и титрования заместителя.
88. Реакции комплексообразования ионов металлов разного заряда с ЭДТА. Строение комплексонов металлов.
89. Условие образования и растворения осадка. Условие количественного осаждения определяемого иона.
90. Окислительно-восстановительные реакции и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). Уравнение Нернста.
91. Растворимость осадка в его насыщенном растворе при отсутствии избытка осадителя и при избытке осадителя.
92. Влияние посторонних электролитов (ионной силы раствора) на растворимость осадка. «Солевой эффект».
93. Влияние температуры и природы осадителя на растворимость осадка.
94. Влияние pH и конкурирующих реакций комплексообразования на растворимость осадка (качественный аспект).
95. Факторы, влияющие на устойчивость комплексонов металлов.
96. Факторы, влияющие на величину ОВП (pH раствора, образование малорастворимых соединений и др.).
97. Скачок титрования в методе окислительно-восстановительного титрования и факторы, влияющие на его величину.
98. Влияние pH раствора на результаты фотометрического определения.
99. Спектральные помехи влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их учета
100. Физико-химические помехи, влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их устранения.
101. Прочность окрашенных соединений и ее влияние на чувствительность и точность фотометрических определений
102. Постоянство состава окрашенных соединений. Причины нарушения состава и условия фотометрирования, обеспечивающие относительное постоянство состава окрашенных соединений.
103. Сущность гравиметрического анализа. Методы отгонки и осаждения. Краткая характеристика основных стадий в методе осаждения.
104. Сущность титриметрического анализа.
105. Классификация титриметрических методов по типу реакции титрования и по технике титрования.
106. Сущность метода кислотно-основного титрования.
107. Сущность метода осадительного титрования на примере аргентометрического титрования.
108. Сущность метода комплексонометрического титрования.
109. Сущность метода окислительно-восстановительного титрования.

110. Спектрофотометрический и фотоколориметрический анализы. Различие. Преимущество.
111. Фотометрия пламени. Особенности и преимущества этого метода
112. Методы, основанные на искусственной (наведенной) радиоактивности. Активационный анализ. Преимущества и недостатки метода.
113. Жидкостная распределительная хроматография и ее отличие от экстракции.
114. Сущность ионообменной хроматографии. Иониты и их физико-химические свойства.
115. Осадочная хроматография и ее варианты.
116. Сущность и виды газовой хроматографии. Механизмы разделения.
117. Прямая потенциометрия (ионометрия).
118. Потенциометрическое титрование. Способы нахождения конечной точки титрования.
119. Полярографический анализ. Вид полярографической кривой. Остаточный, диффузионный, предельный диффузионный токи.
120. Прямая кулонометрия. Определение выхода по току.
121. Сущность кулонометрического титрования. Особенности и достоинства этого метода.
122. Амперометрическое титрование. Формы кривых титрования.
123. Применение газовой хроматографии для качественного и количественного анализа. Аналитические сигналы.
124. Основа качественного полярографического анализа. Полярографический спектр.

**е) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:**

125. Математические методы определения концентрации в физико-химических методах анализа.
126. Графические методы определения концентрации в физико-химических методах анализа
127. Способы определения концентрации в эмиссионном спектральном анализе
128. Количественный полярографический анализ. Способы нахождения концентрации.
129. Способы выражения концентрации стандартных растворов.

### **3.2 Вопросы к зачету**

**а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-1:**

1. Схема гравиметрического анализа. Расчет результатов гравиметрического анализа.
2. Основы расчетов в титриметрическом анализе. Прямое, обратное и титрование заместителя.
3. Расчет и построение кривых окислительно-восстановительного титрования.
4. Расчет и построение кривой титрования сильной кислоты (основания) стандартным раствором сильного основания (кислоты).
5. Расчет и построение кривой титрования слабой кислоты (основания) стандартным раствором сильного основания (кислоты).
6. Стандартный потенциал. Определение значения стандартного окислительно-восстановительного потенциала.
7. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам определяемого вещества.
8. Условия получения кристаллических осадков. Влияние относительного пересыщения раствора на дисперсность осадка.
9. Условия получения и промывания аморфных осадков.

10. Загрязнение осадков за счет поверхностной адсорбции. Влияние температуры, величины поверхности осадка, концентрации и природы адсорбируемых ионов на процесс адсорбции.
11. Загрязнение осадков вследствие окклюзии и изоморфизма. Способы уменьшения окклюзии.
12. Загрязнение осадков вследствие соосаждения примесей. Приемы, применяемые для уменьшения соосаждения. Удаление примесей из осадка.
13. Кислотно-основные индикаторы. Интервал перехода индикатора, показатель титрования ( $pT$ ) индикатора. Окраска индикаторов
14. Принцип действия металлохромных индикаторов в комплексонометрии
15. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе.
16. Принцип работы индикатора эриохромный черный и его применение в комплексонометрии.
17. Факторы, влияющие на величину окислительно-восстановительного потенциала
18. Индикаторы в методе окислительно-восстановительного титрования. Примеры.

**в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-2:**

19. Стандартные растворы, их приготовление, стандартизация. Первичные и вторичные стандарты.
20. Первичные стандарты (установочные вещества) и требования, предъявляемые к ним. Способы отдельных навесок и пипетирования.
21. Определение кальция. Обоснование условий осаждения и промывания осадка. Вывод формулы для расчета массы кальция по результатам анализа
22. Определение бария. Обоснование условий осаждения и промывания осадка. Вывод формулы для расчета массы бария по результатам анализа
23. Определение алюминия оксихинолиновым методом. Обоснование условий осаждения и промывания осадка. Вывод формулы для расчета массы алюминия по результатам анализа
24. Определение сульфат-иона. Обоснование условий осаждения и промывания осадка. Вывод формулы для расчета массы сульфат-иона по результатам анализа
25. Определение магния. Обоснование условий осаждения и промывания осадка. Вывод формулы для расчета массы магния по результатам анализа
26. Определение железа. Обоснование условий осаждения и промывания осадка. Вывод формулы для расчета массы железа по результатам анализа
27. Определение никеля. Обоснование условий получения и промывания осадка. Вывод формулы для расчета массы никеля по результатам анализа
28. Определение серы в растворимых сульфатах. Обоснование условий осаждения и промывания осадка. Вывод формулы для расчета массы серы по результатам анализа.
29. Комплексонометрическое определение жесткости воды по кальцию и магнию в отдельности.
30. Определение содержания карбоната кальция обратным кислотно-основным титрованием. Расчет массы карбоната кальция по результатам анализа.
31. Комплексонометрическое определение магния.
32. Перманганометрия. Стандартный раствор перманганата калия, его приготовление, стандартизация и хранение.
33. Определение Fe (III) методом прямого перманганатометрического титрования. Условия титрования. Расчет массы железа по результатам анализа.
34. Йодометрическое определение восстановителей. Примеры.
35. Йодометрия. Стандартный раствор тиосульфата натрия, его приготовление, стандартизация и хранение.

36. Йодометрическое определение  $\text{Cu}^{2+}$  способом титрования заместителя. Расчет массы меди по результатам титрования.
37. Дихроматометрия. Определение Fe(II). Расчет массы железа по результатам титрования. Уравнение реакции. Условия титрования.
38. Аргентометрия. Определение галогенидов методом Фольгарда

**г) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-6:**

39. Случайные и систематические ошибки в химических методах анализа.

**д) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:**

40. Фильтры и фильтрование осадков. Промывные жидкости, техника промывания кристаллических и аморфных осадков.
41. Приготовление и стандартизация раствора комплексона III, установочные вещества. Уравнения реакций и вывод выражения для расчета молярной концентрации раствора комплексона III
42. Метод отдельных навесок и метод пипетирования. Аликвотные части навески.
43. Пробоотбор и пробоподготовка в гравиметрическом анализе.

**е) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:**

44. Классификация титриметрических методов анализа по типу аналитической реакции.
45. Классификация титриметрических методов анализа по способу титрования.
46. Принцип действия кислотно-основных индикаторов. Интервал перехода индикаторов: фенолфталеина и метилового оранжевого. Правила выбора индикатора.

**ж) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:**

47. Окислительно-восстановительные реакции и окислительно-восстановительный потенциал.
48. Условный (формальный, реальный) окислительно-восстановительный потенциал.
49. Ионная теория pH-индикаторов.
50. Сущность метода кислотно-основного титрования.
51. Сущность комплексонометрического титрования.
52. Сущность метода окислительно-восстановительного титрования.

**з) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-4:**

53. Уравнение Нернста.
54. Константа равновесия растворимости (произведение растворимости): термодинамическая, концентрационная, условная.

55. Способы выражения концентрации стандартных растворов.

### 3.3 Задания для контрольных работ.

#### Контрольная работа №1.

##### Вариант 1.

1. Из образца технического сульфида натрия, массой 0,2135 г после ряда операций получено 0,4621 сульфата бария. Вычислить массовую долю сульфида натрия и серы в образце.
2. Какой катион будет осаждаться первым при постепенном прибавлении разбавленного раствора сульфата аммония к раствору, содержащему 20 мг/л ионов бария и 500 мг/л ионов свинца? При какой концентрации сульфат-ионов начнётся образование второго осадка? Для  $\text{BaSO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,1 \cdot 10^{-10}$ . Для  $\text{PbSO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .
3. Вычислить растворимость хромата бария ( $\text{BaCrO}_4$ ) при  $\text{pH} = 1$ . Сравнить с растворимостью в воде. Для  $\text{BaCrO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,2 \cdot 10^{-10}$ . Ступенчатые константы диссоциации хромовой кислоты ( $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ):  $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-1}$  и  $K_2 = 3,2 \cdot 10^{-7}$ .

##### Вариант 2.

1. Какой объем 0,2М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  требуется для осаждения бария из раствора, содержащего 2,5 г  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ?
2. Смешали 220 мл 0,001М раствора хлорида кальция и 130 мл 0,002М раствора оксалата аммония. Вычислить массу кальция в растворе. Для  $\text{CaC}_2\text{O}_4$   $\text{PP}^\circ = 2,3 \cdot 10^{-9}$ .
3. Вычислить растворимость осадка хлорида серебра в 0,01М растворе соляной кислоты с учётом образования хлоридных комплексов серебра. Для  $\text{AgCl}$   $\text{PP}^\circ = 1,8 \cdot 10^{-10}$ . Полные константы устойчивости комплексов:  $\beta_1 = 1,0 \cdot 10^3$  и  $\beta_2 = 1,0 \cdot 10^5$ .

##### Вариант 3.

1. 0,20 г сплава, содержащего по массе 20% серебра, растворили. Ионы серебра из полученного раствора осадил 0,30М раствором  $\text{KCl}$ . Какой объем осадителя потребуется для этой операции?
2. Какова будет потеря массы осадка сульфата свинца при промывании его 200 мл 0,003М раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ? Для  $\text{PbSO}_4$   $\text{PP}^\circ = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .
3. Вычислить растворимость осадка  $\text{AgSCN}$  в 0,01М растворе  $\text{NH}_4\text{SCN}$  с учетом и без учета комплексообразования. Для  $\text{AgSCN}$   $\text{PP}^\circ = 1,0 \cdot 10^{-12}$ . Полные константы устойчивости роданидных комплексов серебра:  $\beta_1 = 5,6 \cdot 10^4$  и  $\beta_2 = 3,0 \cdot 10^8$ .

##### Вариант 4.

1. Вычислить массу навески силиката с массовой долей кремния 18%, которую нужно взять для получения 0,0724 г прокаленного осадка  $\text{SiO}_2$ .
2. При какой концентрации щелочи начнется осаждение гидроксида магния из  $1,2 \cdot 10^{-2}$ М раствора хлорида магния? Для  $\text{Mg}(\text{OH})_2$   $\text{PP}^\circ = 6,0 \cdot 10^{-10}$ .
3. Вычислить растворимость оксалата кальция ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ), если раствор над осадком имеет  $\text{pH} = 3$  и избыточную концентрацию оксалат-ионов 0,01 моль/л. Для  $\text{CaC}_2\text{O}_4$   $\text{PP}^\circ = 2,3 \cdot 10^{-9}$ . Ступенчатые константы диссоциации щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ):  $K_1 = 5,6 \cdot 10^{-2}$  и  $K_2 = 5,4 \cdot 10^{-5}$ .

##### Вариант 5.

1. Массовая доля серы в угле составляет 0,5%. Какую навеску угля необходимо взять для анализа, чтобы получить 0,19 г осадка сульфата бария?
2. 5,0 мл 0,05М раствора серной кислоты разбавили до 1,0 л и затратили 300 мл полученного раствора на промывание 0,40 г осадка сульфата бария. Вычислить массовую

долю растворенного осадка, считая насыщение раствора полным. Для  $\text{BaSO}_4$   $PP^\circ = 1,1 \cdot 10^{-10}$ .

3. Вычислить растворимость сульфата бария: а) в воде; б) в 0,1М растворе  $\text{HCl}$  (учесть влияние pH). Для  $\text{BaSO}_4$   $PP^\circ = 1,1 \cdot 10^{-10}$ . Константа диссоциации  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $K_2 = 1,2 \cdot 10^{-2}$ .

### Контрольная работа №2.

#### Вариант 1.

1. Какой объём раствора с массовой долей  $\text{NH}_3$  12% и плотностью 0,95 г/см<sup>3</sup> требуется для приготовления 8,0л 2,0М раствора? Какое значение имеет титр приготовленного раствора аммиака по хлороводородной кислоте ( $T_{\text{NH}_3/\text{HCl}}$ )?

2. К 20,00мл анализируемого раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  прилили 30,00мл 0,2040М стандартного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и удалили  $\text{CO}_2$  кипячением. На титрование остатка кислоты пошло 15,12мл стандартного раствора  $\text{NaOH}$ . Установлено, что 1,000мл раствора  $\text{NaOH}$  эквивалентен 1,010мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Вычислить молярную концентрацию  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в анализируемом растворе. Напишите уравнения реакций.

3. Рассчитать и построить кривую титрования 10мл 0,1М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  (для  $\text{NH}_4\text{OH}$   $K=1,76 \cdot 10^{-5}$ ) 0,1М раствором  $\text{HCl}$ . Расчет выполнить для точек, когда добавлено 0; 99,9; 100; 100,1% титранта от эквивалентного количества. Выбрать индикатор. Какую окраску имеет индикатор в начальной и конечной точке титрования (КТТ)?

#### Вариант 2.

1. Какой объём воды нужно добавить к 1 л раствора с массовой долей  $\text{HNO}_3$  30%, чтобы получить 3% раствор?

2. Навеску смеси минеральных солей массой 0,9500 г внесли в раствор щёлочи и отогнали  $\text{NH}_3$ , пропустив его в 50,00мл 0,2060М раствора  $\text{HCl}$ . На титрование остатка кислоты пошло 6,25мл 0,2010М раствора  $\text{NaOH}$ . Вычислить массовую долю азота в смеси.

3. Построить кривую титрования 10 мл 0,1М раствора  $\text{HNO}_3$  0,1М раствором  $\text{NaOH}$ . Расчет выполнить для точек, когда добавлено 0; 99,9; 100; 100,1% титранта от эквивалентного количества. Выбрать индикатор. Какую окраску имеет индикатор в начальной и конечной точке титрования?

#### Вариант 3.

1. Какой объём 5М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  следует добавить к 5л 0,1М раствора, чтобы получить 0,3Н раствор?

2. К раствору  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  добавили 25,00мл 0,1132М раствора  $\text{NaOH}$  и кипячением удалили  $\text{NH}_3$ . На титрование остатка  $\text{NaOH}$  пошло 5,70мл 0,1347М раствора  $\text{HCl}$ . Вычислить массу  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  в растворе.

3. Построить кривую титрования 10 мл 0,1М раствора  $\text{HCl}$  1М раствором  $\text{NaOH}$ . Расчет выполнить для точек, когда добавлено 0; 99,9; 100; 100,1% титранта от эквивалентного количества. Выбрать индикатор. Какую окраску имеет индикатор в начальной и конечной точке титрования?

#### Вариант 4.

1. Какой объём воды нужно добавить к 0,11л 0,38М раствора  $\text{KOH}$ , чтобы получить раствор  $\text{KOH}$  с титром  $T(\text{KOH}) = 0,0056$  г/мл?

2. Провели реакцию 0,30г смеси с массовой долей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  37% и  $\text{NaOH}$  42% с 25мл 0,24М раствором  $\text{HCl}$ . Какой объём 0,11М раствора  $\text{NaOH}$  пойдёт на титрование избытка кислоты?

3. Построить кривую титрования 10 мл 0,1М раствора  $\text{HCl}$  0,1М раствором  $\text{NaOH}$ . Расчет выполнить для точек, когда добавлено 0; 99,9; 100; 100,1% титранта от эквивалентного количества. Выбрать индикатор. Какую окраску имеет индикатор в начальной и конечной точке титрования?

#### Вариант 5.

1. Какой объём раствора с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  4,9% и плотностью  $\rho=1,0 \text{ г/см}^3$  нужно добавить к 10 л 0,1н. раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , чтобы получить 0,1М раствор?
2. Какой объём 0,10М раствора  $\text{HCl}$  требуется взять для нейтрализации аммиака, выделяемого из 0,5000г вещества с массовой долей азота 4%, чтобы на титрование избытка  $\text{HCl}$  пошло 5,0мл 0,11М раствора  $\text{NaOH}$ ?
3. Построить кривую титрования 0,1М  $\text{HNO}_3$  раствора 0,1М раствором  $\text{NaOH}$ . Расчет выполнить для точек, когда добавлено 0; 50; 99,9; 100; 100,1% титранта от эквивалентного количества. Выбрать индикатор.

#### Контрольная работа №3.

##### Вариант 1.

1. К 0,2132 г руды с массовой долей  $\text{MnO}_2$  8,68% добавили серную кислоту и 19,65 мл 0,1215н. раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Какой объём раствора  $\text{KMnO}_4$  пойдет на титрование избытка  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , если по данным другого анализа на 25,00 мл раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  идет 21,44 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ ? Напишите уравнения реакций.
2. Рассчитать потенциал для степени оттитрованности  $\tau = 90\%$ ; 100% для титрования раствора щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) стандартным раствором перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ).
3. Уравнение Нернста. Формальный потенциал. Влияние образования труднорастворимых соединений на значение потенциала (осадок образует восстановленная форма пары).

##### Вариант 2.

1. К раствору, содержащему 0,2268 г  $\text{KClO}_3$  добавили 48,35 мл 0,1980М раствора  $\text{FeSO}_4$ , на титрование избытка которого пошло 11,27 мл 0,1088н. раствора  $\text{KMnO}_4$ . Вычислить массовую долю  $\text{KClO}_3$  в смеси. Написать уравнения реакций.
2. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании  $\text{FeSO}_4$  перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ .  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .  $E^0_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}} = +0,77\text{В}$ .
3. Индикаторы в методе окислительно-восстановительного титрования: обратимые, необратимые, специфические. Привести примеры.

##### Вариант 3.

1. На титрование  $\text{Fe}^{2+}$  в анализируемом растворе, приготовленном из 0,2012 г руды, пошло 18,48 мл 0,1015н. раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Вычислить массовую долю  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в руде. Написать уравнение реакции.
2. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании  $\text{Fe}^{2+}$  раствором  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .  $E^0_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}} = +0,77\text{В}$ .  $E^0_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{H}^+ / \text{Cr}^{3+}} = +1,33\text{В}$ .
3. Обратимые окислительно-восстановительные индикаторы. Правило выбора. Привести примеры.

##### Вариант 4.

1. 0,2716 г стальной проволоки растворили в кислоте и на титрование раствора железа(II) затратили 41,75 мл 0,1131Н раствора  $\text{KMnO}_4$ . Вычислить массовую долю железа в образце проволоки. Написать уравнение реакции.
2. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании раствора железа (II) перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ .  $E^0_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}} = +0,77\text{В}$ .  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .
3. Уравнение Нернста. Формальный потенциал. Влияние образования труднорастворимых соединений на величину потенциала (осадок образует окисленная форма пары).

Вариант 5.

1. На титрование 0,1506 г щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) пошло 24,25 мл раствора перманганата калия. Вычислить нормальную концентрацию  $\text{KMnO}_4$ , титр  $\text{KMnO}_4$ . Написать уравнение реакции.

2. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 99\%$  для титрования раствора щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ .  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .

$$E^0_{2\text{CO}_2 / \text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = -0,49\text{ В}.$$

3. Окислительно-восстановительные реакции и стандартный окислительно-восстановительный потенциал. Уравнение Нернста.

**5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД Порядок проведения зачетов и экзаменов.