

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 02.11.2023 13:20:28  
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  
« 30 » июня 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки

**28.03.03 Наноматериалы**

Направленность программы бакалавриата  
**Дизайн, синтез и применение наноматериалов**

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **химии веществ и материалов**

Кафедра **аналитической химии**

Санкт-Петербург

2020

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Зарембо Д.В.

Рабочая программа дисциплины «Аналитическая химия» обсуждена на заседании кафедры аналитической химии  
протокол от «23» июня 2020 № 5  
Заведующий кафедрой

В.И.Зарембо

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов  
протокол от «17» сентября 2020 № 1

Председатель

С.Г.Изотова

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Наноматериалы»		М.М. Сычев
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник 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 в структуре образовательной программы .....	05
3. Объем дисциплины .....	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины .....	06
4.3. Занятия лекционного типа .....	06
4.4. Занятия семинарского типа .....	08
4.4.1. Лабораторные занятия .....	08
4.5. Самостоятельная работа обучающихся .....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины .....	11
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	11
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине .....	12
10.1. Информационные технологии .....	12
10.2. Программное обеспечение .....	12
10.3. Базы данных и информационные справочные системы .....	12
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	12
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	12
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	13

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

Для освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ОПК-1</b> Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.</p>	<p><b>ОПК-1.3</b> Использование основных экспериментальных методов определения физико-химических свойств материалов и изделий из них.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы аналитической химии (ЗН-1);</li> <li>- стандартные методики химического анализа (ЗН-2);</li> <li>- типовые операции химического анализа (ЗН-3);</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать метод анализа в зависимости от содержания определяемого количества, природы анализируемого объекта (У1);</li> <li>- выполнять стандартные операции в зависимости от вида анализа (У-2);</li> <li>- использовать фундаментальные представления аналитической химии для решения практических задач (У-3).</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами химического анализа веществ (Н-1).</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам обязательной части образовательной программы бакалавриата (Б1.О.09) и изучается на 2 курсе в 4 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на дисциплины «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия». Полученные в процессе изучения дисциплины «Аналитическая химия» знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении преддипломной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>6/216</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>74</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия	-
лабораторные работы	54
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	2
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>115</b>
<b>Форма текущего контроля</b>	<b>Кр</b>
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение в аналитическую химию.	2			4	ОПК-1
2.	Гравиметрический анализ.	4		12	38	ОПК-1
3.	Титриметрический анализ.	12		42	73	ОПК-1

##### 4.2 Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1.	ОПК-1.3	Введение в аналитическую химию.
2.	ОПК-1.3	Гравиметрический анализ.
3.	ОПК-1.3	Титриметрический анализ.

##### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение.</u> 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	Дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Метрологические основы аналитической химии.</u> Единицы количества вещества. Аналитический сигнал. Измерение. Аналитические характеристики. Метрологические характеристики. Пробоотбор и подготовка пробы к анализу.	1	-
2	<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
2	<u>Равновесие растворимости малорастворимых соединений.</u> Растворимость осадков. Термодинамическая, концентрационная, условная константы растворимости. Образование и свойства осадков.	2	-
3	<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
3	<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	Слайд-презентация
3	<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

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
3	<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	-

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	<u>Учебное взвешивание.</u> Аналитические весы и техника взвешивания.	4	
2	<u>Гравиметрический анализ.</u> Гравиметрическое определение бария.	18	
3	<u>Методы кислотно-основного титрования.</u> Стандартизация раствора соляной кислоты. Титрование смеси кислоты и щелочи.	16	
3	<u>Комплексонометрия.</u> Комплексонометрическое определение магния.	8	
3	<u>Йодометрия.</u> Йодометрическое определение меди.	8	



#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Метрологические основы аналитической химии.	4	экзамен
2	Образование осадков и их свойства. Загрязнение осадков примесями. Принципиальные основы гравиметрического определения бария, железа, алюминия, магния, кальция, никеля, кремния, серы.	28	экзамен
2	Равновесие растворимости малорастворимых соединений. Влияние температуры и природы растворителя на растворимость.	10	Кр №1
3	Общие подходы к выбору титриметрического метода анализа. Расчет результатов прямого, обратного титрования.	8	Кр №2
3	Расчет кривой титрования сильного основания сильной кислотой. Расчет кривой титрования слабого основания сильной кислотой.	8	Кр №2
3	Метод осадительного титрования. Аргентометрическое титрование. Сущность метода, способы индикации конечной точки титрования (Мора, Фольгарда, Фаянса).	15	Кр №2
3	Основные способы повышения селективности комплексометрических определений. Возможность последовательного титрования нескольких катионов. Методы комплексометрического титрования.	10	экзамен
3	Характеристика методов и расчеты результатов окислительно-восстановительного титрования (перманганатометрия, йодометрия, хроматометрия, броматометрия).	32	Кр №3

##### 4.5.1 Темы контрольных работ

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

**Кр №2** – Расчеты в кислотно-основном и комплексометрическом 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 экзамена.

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. Дихроматометрия. Определение  $Fe(II)$ .

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

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

### а) печатные издания:

1. Аналитическая химия : учебник для вузов в 3 т. / под ред. Л. Н. Москвина. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008 - 2010. - ISBN 978-5-7695-3955-8.
2. Основы аналитической химии : учебник для вузов в 2 т. Т. 1. Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш [и др.] / под ред. Ю. А. Золотова. - 5-е изд. – Москва : Академия, 2012. – 384 с. - ISBN 978-5-7695-9124-2.
3. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – 7-е изд., перепеч. с изд. 1989 г. – Москва : Альянс, 2007. – 447 с. - ISBN 978-5-903034-26-0.
4. Булатов, М. И. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа: учебное пособие / М. И. Булатов, Т. Э. Маметнабиев, С. В. Харитонов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра аналитической химии. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2010. – 207 с.
5. 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. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2018. – 92 с.
6. 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. – Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 85с.

#### **б) электронные издания**

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. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2018. – 92 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения 10.06.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2013. – 85 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> дата обращения (10.06.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

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

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

С компьютеров института открыт доступ к:

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

Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>

### **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 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

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

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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 приходиться, 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 ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Для проведения занятий имеются персональные компьютеры с программным обеспечением:

- Windows,
- OpenOffice.

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

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

Для чтения лекций в виде презентаций, демонстрации видео материалов используется мультимедийная техника.

Для проведения лабораторных работ используется следующее оборудование:

1. Лабораторная мебель (столы химические, шкафы вытяжные, мойки)
2. Технические весы ВЛКТ-2
3. Весы электронные аналитические AND WA-21
4. Весы аналитические ВЛР-200
5. Муфельные печи
6. Сушильные шкафы
7. Бюретки для титрования
8. Дистиллятор
9. Бидистиллятор
10. Газовые горелки
11. Химическая посуда: стаканы термостойкие химические, стеклянные воронки, стеклянные палочки, мерные колбы, пипетки Мора
12. Алундовые тигли
13. Эксикаторы

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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.

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

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ОПК-1	<b>Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.</b>	промежуточный

## 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-1.3</b> Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	<b>Знает</b> теоретические основы аналитической химии (ЗН-1);	Ответы на вопросы № 3-9, 17-19, 21, 23, 31, 36, 38-40, 43-45, 58 к экзамену.	Имеет представление об основных законах, правилах и закономерностях аналитической химии.	Формулирует основные законы, правила и закономерности аналитической химии.	Знает основные законы, правила и закономерности аналитической химии, записывает формулы без ошибок. Может применить эти знания для решения аналитических задач.
	<b>Знает</b> стандартные методики химического анализа (ЗН-2);	Ответы на вопросы №16, 34, 37, 49-57 к экзамену.	Имеет представление о стандартных методиках количественного химического анализа.	Перечисляет основные методики количественного химического анализа. Объясняет правила расчета результатов.	Разбирается в стандартных методиках количественного химического анализа. Выбирает методику для решения конкретной задачи. Рассказывает правила расчета результатов анализа.
	<b>Знает</b> типовые операции химического анализа (ЗН-3);	Ответы на вопросы № 10-15, 41 к экзамену.	Имеет представление о типовых операциях химического анализа	Формулирует типовые операции химического анализа, но путается в последовательности	Знает типовые операции химического анализа и может выполнять их

	<p><b>Умеет</b> выбирать метод анализа в зависимости от содержания определяемого количества, природы анализируемого объекта (У1);</p>	<p>Ответы на вопросы № 24, 27, 32, 33, 48 к экзамену.</p>	<p>Имеет представление о правилах выбора метода анализа в зависимости от содержания определяемого количества, природы анализируемого объекта.</p>	<p>Формулирует правила выбора метода анализа в зависимости от содержания определяемого количества, природы анализируемого объекта.</p>	<p>Формулирует правила выбора метода анализа в зависимости от содержания определяемого количества, природы анализируемого объекта, учитывает метрологические и аналитические характеристики</p>
	<p><b>Умеет</b> выполнять стандартные операции в зависимости от метода анализа (У-2);</p>	<p>Выполнение и отчеты по лабораторным работам.</p>	<p>Путает последовательность действий при проведении химического анализа веществ.</p>	<p>Выполняет химический анализ веществ.</p>	<p>Самостоятельно выполняет пробоподготовку и химический анализ веществ.</p>
	<p><b>Умеет</b> использовать фундаментальные представления аналитической химии для решения практических задач (У-3).</p>	<p>Ответы на задания № 2, 20, 28-30, 46, 47 к экзамену. Отчеты по лабораторным работам.</p>	<p>Имеет представление о расчетах результатов химического анализа веществ</p>	<p>Рассчитывает результаты химического анализа, применяет знание фундаментальных представлений аналитической химии для объяснения результатов.</p>	<p>Самостоятельно рассчитывает результаты химического анализа, формулирует выводы. Учитывает факторы, влияющие на полученные результаты.</p>

	<p><b>Владеет</b> методами химического анализа веществ (Н-1).</p>	<p>Ответы на задания № 1, 22, 25, 26, 35, 42 к экзамену Отчеты по лабораторным работам.</p>	<p>Имеет представление о химических методах анализа.</p>	<p>Владеет методами химического анализа веществ, способен выбрать метод анализа для решения поставленной задачи.</p>	<p>Способен выбрать метод и провести химический анализ исследуемого вещества, оценить точность и достоверность полученных результатов.</p>
--	---	---	--	--	--



Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

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

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

#### **3.1 Вопросы к экзамену**

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

1. Сущность гравиметрического анализа. Методы отгонки и осаждения. Краткая характеристика основных стадий в методе осаждения.
2. Принцип вычисления результатов гравиметрического анализа. Понятие о гравиметрическом факторе.
3. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Требования, предъявляемые к ним.
4. Термодинамическая и концентрационная константа растворимости (произведение растворимости). Растворимость осадка.
5. Условие образования и растворения осадка. Условие количественного осаждения определяемого иона.
6. Растворимость осадка в его насыщенном растворе при отсутствии избытка осадителя и при избытке осадителя.
7. Влияние посторонних электролитов (ионной силы раствора) на растворимость осадка. «Солевой эффект».
8. Влияние температуры и природы осадителя на растворимость осадка.
9. Влияние pH и конкурирующих реакций комплексообразования на растворимость осадка (качественный аспект).
10. Условия получения кристаллических осадков. Способы укрупнения частиц. Старение (созревание) кристаллических осадков. Осаждение из гомогенных растворов.
11. Условия получения аморфных осадков. Образование и коагуляция коллоидных растворов. Пептизация осадка.
12. Загрязнение осадков примесями. Виды соосаждения: адсорбция, окклюзия, изоморфизм. Послеосаждение. Способы уменьшения соосаждения.
13. Фильтрация осадков. Виды фильтров.
14. Промывание осадков. Требования, предъявляемые к жидкости для промывания кристаллических и аморфных осадков.
15. Высушивание и прокаливание осадков.
16. Принципиальные основы методов гравиметрического определения. Схема анализа, уравнение реакций, структура осадка, обоснование условий получения осаждаемой и гравиметрической форм осадка, 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.
17. Сущность титриметрического анализа (ТА).
18. Требования к реакциям, используемым в ТА.

19. Основные понятия ТА: титрование, стандартный раствор, титрант, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, эквивалент, число и фактор эквивалентности.
20. Способы приготовления стандартных растворов. Расчеты, связанные с приготовлением стандартных растворов.
21. Первичные стандарты (установочные вещества) и требования, предъявляемые к ним. Вторичные стандарты, фиксаналы (стандарт-титры).
22. Способы отдельных навесок и пипетирования.
23. Способы выражения концентрации стандартных растворов.
24. Классификация титриметрических методов по типу реакции титрования и по технике титрования.
25. Сущность прямого, обратного титрования и титрования заместителя.
26. Расчет результатов прямого, обратного титрования и титрования заместителя. Принцип эквивалентности (закон эквивалентов).
27. Сущность метода кислотно-основного титрования.
28. Расчет и построение кривой титрования сильной кислоты (основания) стандартным раствором сильного основания (кислоты).
29. Расчет и построение кривой титрования слабой кислоты (основания) стандартным раствором сильного основания (кислоты).
30. Скачок титрования и факторы, влияющие на его величину. Расчет скачка титрования при заданной допустимой погрешности титрования.
31. Кислотно-основные индикаторы. Ионная теория индикаторов.
32. Интервал перехода окраски двухцветных индикаторов и показатель титрования. Принцип выбора кислотно-основного индикатора.
33. Сущность метода осадительного титрования на примере аргентометрического титрования.
34. Определение хлорид-ионов методом аргентометрического титрования по способу Мора, Фольгарда и Фаянса.
35. Сущность метода комплексонометрического титрования.
36. Комплексон II (*ЭДТУК*) комплексон III (*ЭДТА*) и их свойства. Формы ионного состояния *ЭДТА* в зависимости от pH раствора.
37. Приготовление и стандартизация раствора *ЭДТА*, установочные вещества.
38. Реакции комплексообразования ионов металлов разного заряда с *ЭДТА*. Строение комплексонов металлов.
39. Факторы, влияющие на устойчивость комплексонов металлов.
40. Металлохромные индикаторы и принцип их действия на примере эриохромового черного Т.
41. Техника комплексонометрического титрования: прямое обратное, косвенное титрование, титрование заместителя. Примеры и расчет результатов таких способов титрования (определение ионов цинка, магния, анионов, органических соединений, жесткости воды).
42. Сущность метода окислительно-восстановительного титрования.
43. Окислительно-восстановительные реакции и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). Уравнение Нернста.
44. Стандартный, нормальный и условный (формальный, реальный) ОВП.
45. Факторы, влияющие на величину ОВП (pH раствора, образование малорастворимых соединений и др.).
46. Расчет и построение кривых окислительно-восстановительного титрования.
47. Скачок титрования в методе окислительно-восстановительного титрования и факторы, влияющие на его величину.
48. Индикаторы в методе окислительно-восстановительного титрования: обратимые, необратимые, специфические.

49. Перманганатометрия. Стандартный раствор  $KMnO_4$ , его приготовление, стандартизация и хранение.
50. Определение восстановителей методом прямого перманганатометрического титрования (на примере  $Fe(II)$ ).
51. Определение окислителей методом обратного перманганатометрического титрования (на примере  $MnO_2$ ).
52. Перманганатометрическое определение ионов металлов, образующих малорастворимые оксалаты, методом титрования заместителя (на примере  $Ca(II)$ ).
53. Йодометрия. Стандартный раствор иода ( $I_2$ ), приготовление, стандартизация.
54. Йодометрическое определение восстановителей (на примере  $As(III)$ ).
55. Йодометрия. Стандартный раствор тиосульфата натрия ( $Na_2S_2O_3$ ), его приготовление, стандартизация и хранение.
56. Йодометрическое определение окислителей способом титрования заместителя (на примере  $As(V)$ ,  $Cu(II)$ ; сильных кислот; ионов металлов ( $Ba(II)$ ,  $Pb(II)$ ), образующих малорастворимые хроматы).
57. Дихроматометрия. Определение  $Fe(II)$ .
58. Метрологические основы аналитической химии.

#### 4. 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  $BaSO_4$   $PP^\circ = 1,1 \cdot 10^{-10}$ . Для  $PbSO_4$   $PP^\circ = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .
3. Вычислить растворимость хромата бария ( $BaCrO_4$ ) при  $pH = 1$ . Сравнить с растворимостью в воде. Для  $BaCrO_4$   $PP^\circ = 1,2 \cdot 10^{-10}$ . Ступенчатые константы диссоциации хромовой кислоты ( $H_2CrO_4$ ):  $K_1 = 1,6 \cdot 10^{-1}$  и  $K_2 = 3,2 \cdot 10^{-7}$ .

###### Вариант 2.

1. Какой объем 0,2М раствора  $H_2SO_4$  требуется для осаждения бария из раствора, содержащего 2,5 г  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ ?
2. Смешали 220 мл 0,001М раствора хлорида кальция и 130 мл 0,002М раствора оксалата аммония. Вычислить массу кальция в растворе. Для  $CaC_2O_4$   $PP^\circ = 2,3 \cdot 10^{-9}$ .
3. Вычислить растворимость осадка хлорида серебра в 0,01М растворе соляной кислоты с учётом образования хлоридных комплексов серебра. Для  $AgCl$   $PP^\circ = 1,8 \cdot 10^{-10}$ . 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  $KCl$ . Какой объем осадителя потребуется для этой операции?
2. Какова будет потеря массы осадка сульфата свинца при промывании его 200 мл 0,003М раствора  $(NH_4)_2SO_4$ ? Для  $PbSO_4$   $PP^\circ = 1,6 \cdot 10^{-8}$ .
3. Вычислить растворимость осадка  $AgSCN$  в 0,01М растворе  $NH_4SCN$  с учетом и без учета комплексообразования. Для  $AgSCN$   $PP^\circ = 1,0 \cdot 10^{-12}$ . 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  $\text{Mg}(\text{OH})_2$   $\text{P}^{\circ} = 6,0 \cdot 10^{-10}$ .
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  $\text{CaC}_2\text{O}_4$   $\text{P}^{\circ} = 2,3 \cdot 10^{-9}$ . 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  $\text{BaSO}_4$   $\text{P}^{\circ} = 1,1 \cdot 10^{-10}$ .
3. Вычислить растворимость сульфата бария: а) в воде; б) в 0,1М растворе  $\text{HCl}$  (учесть влияние  $\text{pH}$ ). Для  $\text{BaSO}_4$   $\text{P}^{\circ} = 1,1 \cdot 10^{-10}$ . Константа диссоциации  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $K_2 = 1,2 \cdot 10^{-2}$ .

### Контрольная работа №2.

#### Вариант 1.

1. Какой объем раствора с массовой долей  $\text{NH}_3$  12% и плотностью  $0,95 \text{ г/см}^3$  требуется для приготовления 8,0 л 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 объем 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 щелочи 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 объем 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 HCl 1М раствором 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 KOH, чтобы получить раствор 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 NaOH 42% с 25мл 0,24М раствором HCl. Какой объём 0,11М раствора NaOH пойдёт на титрование избытка кислоты?
3. Построить кривую титрования 10 мл 0,1М раствора HCl 0,1М раствором 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  $\rho = 1,0$  г/см<sup>3</sup> нужно добавить к 10л 0,1н. раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , чтобы получить 0,1М раствор?
2. Какой объём 0,10М раствора HCl требуется взять для нейтрализации аммиака, выделяемого из 0,5000г вещества с массовой долей азота 4%, чтобы на титрование избытка HCl пошло 5,0мл 0,11М раствора NaOH?
3. Построить кривую титрования 0,1М  $\text{HNO}_3$  раствора 0,1М раствором 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  $\text{KMnO}_4$  пойдёт 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.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ. Порядок организации и проведения зачетов и экзаменов.