

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«28» \_\_\_\_ 06 \_\_\_\_ 2022 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.12**

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Учебный план: 2022-2023 20.03.01 ИПХиЭ ТБ ОО №1-1-98.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Направление подготовки:  
(специальность) 20.03.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки: Инженерная защита окружающей среды  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Лаб. занятия				
2	УП	17	34	20,75	0,25	Зачет
	РПД	17	34	20,75	0,25	
3	УП	17	34	66	27	Экзамен
	РПД	17	34	66	27	
Итого	УП	34	68	86,75	27,25	
	РПД	34	68	86,75	27,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25.05.2020 г. № 680

Составитель (и):

доктор химических наук, Профессор \_\_\_\_\_

кандидат химических наук, Доцент \_\_\_\_\_

Зыкова Ирина Викторовна

Лысова Светлана  
Сергеевна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теоретической и прикладной химии \_\_\_\_\_

Новоселов Николай  
Петрович

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Бусыгин Николай  
Юрьевич

Методический отдел:  
\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области проведения химического анализа различными аналитическими методами объектов исследования, связанных с решением задач по защите окружающей среды и обеспечения безопасности человека.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Научить теоретическим основам качественного и количественного химического анализа; теоретическим основам инструментальных методов анализа.

Показать правильность пробоотбора и пробоподготовки; правильность выбора метода (или методов).

Познакомить с методиками выполнения измерений для решения конкретных задач профессиональной деятельности.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Общая и неорганическая химия

Математика

Физика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-1: Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека;**

**Знать:** основные химические законы и теории, физико-химические методы анализа, основные этапы качественного и количественного химического анализа различных веществ, методы разделения и концентрирования веществ, метрологические характеристики классических методов анализа.

**Уметь:** подготовить пробу к анализу, прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях, выполнить анализ объекта классическим методом, провести статистическую обработку результатов измерений.

**Владеть:** навыками работы с химическими реактивами и приборами, проведения количественного и качественного анализа химическими и физико-химическими методами, навыками корректной оценки погрешностей при их проведении.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Введение и метрологические основы химического анализа	2					
Тема 1. Основные понятия аналитической химии. Предмет аналитической химии. Структура аналитической химии. Значение аналитической химии в развитии естествознания, техники и народного хозяйства. Виды анализа: изотопный, элементный, функциональный, структурный, молекулярный, фазовый. Химические, физико-химические, физические и биологические методы анализа. Макро-, микро- и ультрамикрoанализ. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии: инструментализация, автоматизация, математизация, увеличение доли физических методов, переход к многокомпонентному анализу.		1		0,75	ГД	
Тема 2. Основные метрологические понятия и представления. Аналитический сигнал и помехи. Объем информации в аналитическом сигнале. Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Классификация погрешностей анализа. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности, предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Статистическая обработка результатов измерений. Лабораторная работа. Техника безопасности.		1	2			
Раздел 2. Равновесия в гомогенных системах						
Тема 3. Химические равновесия в реальных системах. Факторы, влияющие на равновесие в реальных системах. Влияние электростатических взаимодействий на равновесие. Коэффициенты активности. Ионная сила. растворах. Теория Дебая- Хюккеля. Взаимосвязи между ионной силой и коэффициентом активности. Влияние сольватации на равновесие. Влияние химических взаимодействий на равновесие. Описание сложных равновесий. Метод конкурирующих реакций. Общая и равновесная концентрации. Концентрационные константы.		1		1		О,К,Л

<p>Тема 4. Расчет pH в растворах кислот, оснований, солей, кислотно-основных буферных системах.</p> <p>Вычисления pH растворов одноосновных кислот и однокислотных оснований, многоосновных кислот и многокислотных оснований, смеси кислот и оснований.</p> <p>Константа кислотности и основности. Влияние pH на диссоциацию слабых одноосновных кислот. Влияние pH на диссоциацию слабых двухосновных кислот. Равновесия в процессах гидролиза. Механизмы гидролиза. Количественные характеристики процесса гидролиза. Вычисление pH растворов солей, образованных анионами многоосновных кислот.</p> <p>Буферные системы и их свойства. Расчет pH. Буферная емкость. Зависимость буферной емкости от концентрации буферного раствора. Буферная емкость сильных кислот и оснований.</p> <p>Взаимодействие кислоты и основания .  <u>Расчет pH</u></p>	2		2		
<p>Тема 5. Титриметрические методы анализа. Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое и обратное титрование, определение по замещению. Способы выражения состава растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Молярная концентрация. Первичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования (s-образные, линейные). Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Автоматические титраторы. Лабораторная работа. Кислотно-основное титрование. Ацидиметрия.</p>	1	4	1	AC	
<p>Тема 6. Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования: сильная кислота – сильное основание, слабая кислота – сильное основание, сильная кислота – слабое основание, слабая кислота – слабое основание. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований и температуры на характер кривых титрования. Правило выбора индикатора. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Теории кислотно-основных индикаторов. Наиболее используемые кислотно-основные индикаторы. Ошибки титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.</p> <p>Лабораторная работа. Кислотно-основное титрование. Алкалиметрия.</p>	2	4	2	AC	
<p>Раздел 3. Равновесия в окислительно-восстановительных процессах</p>					Л

<p>Тема 7. Окислительно-восстановительное равновесие. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы. Влияние химических взаимодействий на величину окислительно-восстановительного потенциала: рН, комплексообразование, образование малорастворимых соединений. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Связь константы равновесия со стандартными потенциалами. Направление реакции окисления-восстановления. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций. Механизмы окислительно-восстановительных реакций. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, применяемые в анализе. Лабораторная работа. Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия.</p>	1	2	2	АС	
<p>Тема 8. Окислительно-восстановительное титрование. Расчет и построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: комплексообразование, концентрация ионов водорода, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования. Наиболее известные окислительно-восстановительные индикаторы. Погрешности титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования: перманганатометрия, дихроматометрия, иодо- и иодиметрия и др. Лабораторная работа. Окислительно-восстановительное титрование. Йоди- и йодиметрия.</p>	1	2	2	АС	
<p>Раздел 4. Равновесия в процессах комплексообразования</p>					К,Л

<p>Тема 9. Комплексные соединения.          Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Классификация комплексных соединений по характеру взаимодействия металл-лиганд, по однородности лиганда и комплексообразователя: внутрисферные и внешнесферные комплексы, однолигандные и смешаннолигандные, полиядерные. Природа химической связи в комплексных соединениях. Теория кристаллического поля. Метод молекулярных орбиталей. Спектрохимический ряд лигандов. Количественные характеристики комплексных соединений, константы устойчивости, степень образования комплекса. Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости. Свойства комплексных соединений, имеющие аналитическое значение: устойчивость, растворимость, окраска, летучесть. Механизмы замещения лигандов: ассоциативный и диссоциативный. Возможности использования комплексных соединений и органических реагентов в различных методах анализа. Лабораторная работа. Коллоквиум №1 по темам: Равновесия в гомогенных, окислительно-восстановительных системах и процессах комплексообразования.</p>	1	4	2		
<p>Тема 10. Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические реагенты в комплексометрии. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, вытеснительное, косвенное. Расчет и построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Ошибки титрования. Селективность титрования и способы ее повышения. Лабораторная работа. Комплексометрическое титрование.</p>	2	4	2	АС	
<p>Раздел 5. Равновесия в гетерогенных системах (процессы осаждения и соосаждения)</p>					К,Л,К

<p>Тема 11. Равновесия в системе раствор – осадок.  Осадки и их свойства. Схема образования осадка. Механизмы осаждения. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств (растворимости, полярности молекул) и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона, осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры). Зависимость формы осадка от скорости образования первичных частиц и их роста. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции протонизации, комплексообразования, окисления-восстановления, структура и размер частиц. Гомогенное осаждение. Старение осадка (перекристаллизация и агрегация первичных частиц, термическое старение, оствальдовское созревание). Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение и последующее осаждение). Классификация различных видов соосаждения (адсорбция, окклюзия, изоморфизм и др.). Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе. Способы уменьшения соосаждения. Условия получения кристаллических осадков. Особенности образования коллоидно-дисперсных систем. Условия образования аморфных осадков. Использование коллоидных систем в химическом анализе.</p>	2		2		
<p>Тема 12. Осадительное титрование.  Расчет и построение кривых титрования на примере метода аргентометрии. Влияние адсорбции на точность титрования. Влияние растворимости соединений, концентрации определяемых ионов, температуры на характер кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования в аргентометрии: способ Мора, Фаянса, Фольдгарда. Ошибки титрования. Лабораторная работа. Осадительное титрование.</p>	1	4	2	АС	



<p>Тема 13. Гравиметрический метод анализа. Сущность гравиметрического анализа и границы его применимости. Прямые и косвенные методы определения. Ошибки в гравиметрическом анализе. Важнейшие неорганические и органические осадители. Требования к осаждаемой форме. Требования к гравиметрической форме. Термогравиметрический анализ. Аналитические весы. Чувствительность весов и ее математическое выражение. Факторы, влияющие на точность взвешивания. Техника взвешивания. Лабораторная работа. Гравиметрический анализ. Коллоквиум №2 по теме: Равновесия в гетерогенных системах.</p>		1	8	2		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	34	20,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Раздел 6. Электрохимические методы анализа						
<p>Тема 14. Потенциометрический метод анализа. Прямая потенциометрия. Косвенная потенциометрия. Электроды в потенциометрии. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Электроды 1, 2 и 3-его родов. Ионселективные электроды. Уравнение Никольского. Основные характеристики ионселективных электродов. Электродная функция. Селективность. Методы определения потенциометрического коэффициента селективности. Время отклика. Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, Электроды с жесткой матрицей (стеклянные электроды), электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления. Лабораторная работа. Потенциометрическое титрование. Лабораторная работа. Ионометрия.</p>	3	2	8	8	АС	К,Л,К

<p>Тема 15. Кондуктометрический метод анализа.  Теоретические основы метода. Электрическая проводимость, измерение электрической проводимости. Зависимость электрической проводимости электролита от различных факторов. Классификация кондуктометрических методов. Области применения кондуктометрии.  Аналитическая кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Аппаратура для кондуктометрических измерений.  Лабораторная работа. Прямая и косвенная кондуктометрия.</p>	1	4	6	АС	
<p>Тема 16. Вольтамперометрия.  Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Полярнография. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Предельный диффузный ток. Уравнение Ильковича. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Количественный полярнографический анализ. Условия проведения полярнографического анализа.  Амперометрическое титрование. Сущность метода. Амперометрическое титрование с одним и двумя индикаторными поляризованными электродами. Выбор потенциала индикаторного электрода и налагаемого напряжения при использовании двух индикаторных электродов. Виды кривых титрования.  Лабораторная работа. Коллоквиум № 1 по теме: Электрохимические методы анализа.</p>	1	4	6		
<p>Раздел 7. Методы атомной оптической спектроскопии</p>					О

<p>Тема 17. Атомно-эмиссионный метод. Спектры атомов. Основные и возбужденные электронные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Связь интенсивности с числом излучающих частиц. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения: электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламена, плазменные источники (плазмотроны, индуктивно связанная плазма), лазеры. Их основные характеристики: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов.</p> <p>Физические и химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и ее введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения атомно-эмиссионного метода.</p>		2		8	АС	
<p>Тема 18. Атомно-абсорбционный метод. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики.</p> <p>Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода, его сравнение с атомно-эмиссионным методом. Метрологические характеристики. Примеры практического применения атомно-абсорбционного метода.</p>		1		6		
<p>Раздел 8. Методы молекулярной оптической спектроскопии</p>						Л,К,К

<p>Тема 19. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия).          Законы поглощения электромагнитного излучения и способы их выражения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Математическое выражение этого закона. Величины, характеризующие поглощение. Основные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические).          Принципиальная схема прибора. Классификация аппаратуры с точки зрения способа монохроматизации (фотометры, спектрофотометры). Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Спектрофотометрия как метод исследования реакций в растворах (комплексобразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения.          Лабораторная работа. Фотоколориметрия.          Лабораторная работа. Ультрафиолетовая спектроскопия.</p>	2	8	6	АС	
<p>Тема 20. Методы колебательной спектроскопии.          Колебательные спектры молекул. Их особенности. Классификация методов по способу получения колебательных спектров (ИК и КР-спектроскопия). Принципиальная схема прибора. Основные типы источников излучения, детекторов.          Качественный (молекулярный, структурно-групповой) и количественный анализ методами ИК- и КР-спектроскопии.</p>	1		4		
<p>Тема 21. Молекулярная люминесцентная спектроскопия.          Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Законы люминесценции. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Аппаратура люминесцентного анализа. Практическое применение люминесцентного анализа.</p>	2		6		

<p>Тема 22. Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа. Теоретические основы метода. Особенности коллоидных растворов. Способы получения коллоидных растворов. Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализов.</p>	1		4		
<p>Тема 23. Поляриметрический и рефрактометрический методы анализа. Теоретические основы поляриметрического метода. Получение плоскополяризованного света. Принцип поляриметрических измерений. Зависимость угла вращения плоскости поляризации плоскополяризованного света от различных факторов. Аппаратура для поляриметрических измерений. Теоретические основы рефрактометрического метода. Преломление света на границе раздела двух фаз. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от различных факторов. Поляризация и рефракция. Аппаратура для рефрактометрических определений. Практическое применение поляриметрических и рефрактометрических измерений. Лабораторная работа. Рефрактометрия. Коллоквиум № 2. по теме: Методы оптической спектроскопии.</p>	1	6	4	АС	
<p>Раздел 9. Хроматографические методы анализа</p>					О,Л

<p>Тема 24. Классификация хроматографических методов по применяемым фазам, механизмам разделения и технике хроматографического анализа. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Молекулярно-адсорбционная хроматография. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы его определяющие. Области применения ионообменной хроматографии. Осадочная хроматография. Плоскостная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения плоскостных хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерный). Реагенты для проявления хроматограмм. Бумажная хроматография. Механизмы разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и подвижные фазы. Области применения. Окислительно-восстановительная хроматография.</p>					
	2		4		ГД
<p>Тема 25. Газовая и жидкостная хроматографии. Газо-адсорбционная (газотвердофазная) и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Механизм разделения. Схема газового хроматографа. Колонки. Детекторы, их чувствительность и селективность. Области применения газовой хроматографии. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Схема жидкостного хроматографа. Насосы, колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность. Лабораторная работа. Тонкослойная и ионообменная хроматография.</p>					
	1	4	4		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	66		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5	24,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		104,75	111,25		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

#### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-1	<p>Раскрывает теоретические основы химических, физических, физико-химических методов и современных тенденций их развития, существующие и разрабатываемые методики анализа различных объектов окружающей среды.</p> <p>Вычисляет концентрации веществ (ионов) в объектах окружающей среды на основе законов, лежащих в основе химических, физических и физико-химических методов анализа.</p> <p>Применяет методы исследования свойств веществ и материалов с использованием современной измерительной техники, методами систематизации и анализа результатов химических экспериментов, измерений при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>

#### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Полный исчерпывающий ответ, показывающий понимание предмета. Ориентируется в основных терминах, знаком с дополнительной литературой, правильно отвечает на дополнительные вопросы.</p> <p>Студент показывает правильное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, выбором нужных законов и формул для ее решения.</p> <p>Умеет правильно объяснить теоретические основы аналитических методов и правильно выбрать метод анализа.</p>	
4 (хорошо)	<p>Стандартный ответ, лишенный индивидуальности. Допускает незначительные погрешности при ответе на вопросы.</p> <p>Студент показывает достаточное понимание условия задачи, владеет навыками анализа условия, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения.</p> <p>Умеет правильно объяснить теоретические основы аналитических методов и правильно выбрать метод анализа.</p> <p>Неполный ответ, имеют место небольшие пробелы в знаниях. Допускает погрешности при ответе на вопросы.</p>	
3 (удовлетворительно)	<p>Показывает знания учебного материала в минимальном объеме. Допускает большое количество принципиальных ошибок. Может устранить их с помощью преподавателя.</p> <p>Студент показывает недостаточное понимание условия задачи, путается в выборе нужных законов и формул для ее решения.</p> <p>Неполный ответ, есть ошибки в</p>	

	изложении нескольких тем. Путается в терминах.	
2 (неудовлетворительно)	<p>Не может ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Многочисленные грубые ошибки.</p> <p>Не понимает условие задачи, не может предложить варианты решения. Не знает теоретических основ аналитических методов и не может правильно выбрать метод анализа под конкретный объект.</p> <p>Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.</p>	
Зачтено	Выполнены и зачтены все лабораторные работы согласно рабочей программе. Получены положительные результаты при выполнении контрольных работ, ответов на вопросы коллоквиумов.	
Не зачтено	Выполнены (частично выполнены), но не зачтены все лабораторные работы согласно рабочей программе. Получены отрицательные или частично отрицательные результаты при выполнении контрольных работ, ответов на вопросы коллоквиумов.	

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 2	
1	Основные понятия аналитической химии.
2	Влияние электростатических взаимодействий на равновесие.
3	Влияние химических взаимодействий на равновесие.
4	Расчет pH в растворах сильных и слабых кислот и оснований.
5	Концентрационные константы для описания равновесий в реальных системах.
6	Влияние pH на диссоциацию слабых одноосновных кислот.
7	Влияние pH на диссоциацию слабых двухосновных кислот.
8	Механизм гидролиза. Количественные характеристики процесса гидролиза: константа гидролиза, степень гидролиза.
9	Вычисление pH в растворах гидролизующихся солей.
10	Буферные системы. Механизм буферного действия.
11	Расчет pH в буферных системах. Понятие о буферной емкости. Вычисление буферной емкости.
12	Классификация титриметрических методов анализа.
13	Построение кривых титрования: сильная кислота – сильное основание, слабая кислота – сильное основание.
14	Построение кривых титрования: сильная кислота – слабое основание, слабая кислота – слабое основание.
15	Теории кислотно-основных индикаторов.
16	Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы.
17	Влияние химических взаимодействий на величину окислительно-восстановительного потенциала: pH, комплексообразование, образование малорастворимых соединений.
18	Построение кривых окислительно-восстановительного титрования.
19	Способы фиксирования конечной точки окислительно-восстановительного титрования.
20	Методы окислительно-восстановительного титрования.
21	Природа химической связи в комплексных соединениях с точки зрения теории кристаллического поля.



22	Природа химической связи в комплексных соединениях с точки зрения метода молекулярных орбиталей.
23	Построение кривых комплексонометрического титрования.
24	Способы фиксации конечной точки комплексонометрического титрования.
25	Схема образования осадка. Механизмы осаждения.
26	Факторы, влияющие на полноту осаждения осадков.
27	Причины загрязнения осадков. Классификация различных видов соосаждения.
28	Способы уменьшения соосаждения.
29	Условия образования кристаллических осадков.
30	Условия образования аморфных осадков.
31	Построение кривых осадительного титрования на примере метода аргентометрии.
32	Способы фиксации конечной точки в аргентометрии.
33	Сущность гравиметрического анализа. Требования к гравиметрической и осаждаемой формам.
Семестр 3	
34	Потенциометрия. Электроды в потенциометрии. Уравнение Нернста.
35	Ионселективные электроды. Мембранный потенциал. Уравнение Никольского.
36	Основные характеристики ионселективных электродов.
37	Классификация ионселективных электродов.
38	Потенциометрическое титрование.
39	Теоретические основы кондуктометрического метода. Уравнение Кольрауша.
40	Зависимость удельной электрической проводимости электролита от концентрации, температуры и размера ионов.
41	Кондуктометрическое титрование.
42	Теоретические основы атомно-эмиссионной спектроскопии. Источники атомизации и возбуждения.
43	Качественный и количественный анализ методом атомно-эмиссионной спектроскопии.
44	Теоретические основы атомно-абсорбционной спектроскопии. Атомизаторы. Источники излучения.
45	Методы количественного анализа, используемые в атомно-абсорбционной спектроскопии.
46	Основной закон светопоглощения: закон Бугера-Ламберта-Бера.
47	Принципиальная схема однолучевого фотоэлектроколориметра.
48	Способы определения концентрации веществ в фотоэлектроколориметрии.
49	Теоретические основы метода инфракрасной спектроскопии.
50	Качественный и количественный анализ методом инфракрасной спектроскопии.
51	Теоретические основы нефелометрического и турбидиметрического анализов.
52	Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализов.
53	Теоретические основы поляриметрического метода.
54	Теоретические основы рефрактометрического метода.
55	Практическое применение поляриметрических и рефрактометрических измерений.
56	Классификация хроматографических методов.
57	Молекулярно-адсорбционная и ионообменная хроматографии.
58	Осадочная и окислительно-восстановительная хроматографии.
59	Плоскостная хроматография: бумажная и тонкослойная хроматографии.
60	Теоретические основы газо-адсорбционной и газо-жидкостной хроматографии.
61	Схема газового хроматографа. Детекторы.
62	Виды высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), их характеристика.
63	Схема жидкостного хроматографа.
64	Детекторы, применяемые в высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

## 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Рассчитать область скачка титрования и окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности: 0,2 н Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> - 0,4 н KMnO<sub>4</sub> если pH = 3.
2. Рассчитать область скачка титрования и окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности: 0,02 н. FeSO<sub>4</sub> - 0,01 н. K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, если pH = 2.
3. Построить кривую титрования и подобрать индикатор для титрования: 0,2 н. HF - 0,1 н. NH<sub>4</sub>OH.
4. Рассчитать область скачка титрования и окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и подобрать индикатор для титрования: 0,1 н. NaNO<sub>2</sub> - 0,1 н. KClO<sub>3</sub>, если pH = 3.
5. Построить кривую титрования и подобрать индикатор для титрования: 0,02 н. H<sub>2</sub>S - 0,02 н. раствором HClO при pH = 0.
6. Построить кривую титрования и подобрать индикатор для титрования: 0,1 н. H<sub>3</sub>AsO<sub>3</sub> - 0,1 н. KMnO<sub>4</sub> при pH = 2.
7. Построить кривую титрования и подобрать индикатор: 0,1 н. HCOOH - 0,2 н раствором KOH.
8. Построить кривую титрования и подобрать индикатор для титрования: 0,1 н. HF – 0,1 н. раствором NaOH.
9. Рассчитать область скачка титрования и окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности и подобрать индикатор при титровании: 0,05 н. FeSO<sub>4</sub> - 0,05 н. раствором KClO<sub>3</sub>, если [H<sup>+</sup>] = 0,1 моль/л.
10. Какой индикатор пригоден для титрования: 1) Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + HCl; 2) HCOOH + NaOH; 3) KCN + HCl (метилловый оранжевый, фенолфталеин, лакмус).
11. Какой из индикаторов (метилловый оранжевый; фенолфталеин; лакмус) пригоден для титрования: а) Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> + 2HCl; б) C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> + HCl; в) KCN + HCl.
12. Как определить концентрации NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, если они присутствуют совместно?
13. Можно ли оттитровать 0,01 н NH<sub>4</sub>OH - 0,01 н. раствором HCl с фенолфталеином?
14. Как определить концентрации K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и KHCO<sub>3</sub>, если они присутствуют совместно?
15. Можно ли оттитровать 0,01 н. CH<sub>3</sub>COOH 0,01 н. раствором NaOH с нейтральным красным (pT = 7)? Доказать!
16. Как определить концентрации Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и NaHCO<sub>3</sub>, если они присутствуют совместно?
17. При каком pH можно количественно осадить Zn<sup>2+</sup> (0,01M) в виде ZnS, насыщая раствор сероводородом (0,1 M)?
18. При каком pH можно количественно осадить Cd<sup>2+</sup> (0,01M) в виде CdS, насыщая раствор сероводородом (0,1 M)?
19. При каком pH можно количественно осадить Ni<sup>2+</sup> в виде NiS, насыщая раствор сероводородом (0,1 M)?
20. При каком минимальном pH не начнет выпадать осадок FeS из 0,1M раствора FeSO<sub>4</sub> при насыщении раствора сероводородом (0,1M)?
21. При каком минимальном pH начнет выпадать осадок CoS из 0,05M раствора CoCl<sub>2</sub> при насыщении раствора сероводородом (0,1M)?
22. При каком минимальном pH начнет выпадать осадок MnS из 0,1M раствора MnCl<sub>2</sub> при насыщении раствора сероводородом (0,1M)?
23. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: NH<sub>4</sub>OH + HCl ↔ NH<sub>4</sub>Cl + H<sub>2</sub>O
24. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: NaOH + C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH ↔ C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COONa + H<sub>2</sub>O
25. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: AgNO<sub>3</sub> + KCl ↔ AgCl↓ + KNO<sub>3</sub>
26. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: NH<sub>4</sub>OH + CH<sub>3</sub>COOH ↔ CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O
27. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: KOH + CH<sub>3</sub>COOH ↔ CH<sub>3</sub>COOK + H<sub>2</sub>O
28. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub> + HCl ↔
29. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: NaOH + CH<sub>3</sub>COOH ↔ CH<sub>3</sub>COONa + H<sub>2</sub>O
30. Какой вид имеет кривая кондуктометрического титрования для реакции: BaCl<sub>2</sub> + (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ↔ BaSO<sub>4</sub> + 2NH<sub>4</sub>Cl
31. Какой участок видимой области спектра является оптимальным для измерения светорассеяния суспензии BaSO<sub>4</sub>?
32. Какая пара электродов служит для потенциометрических измерений с использованием следующей реакции:  
HCl + NaOH = NaCl + H<sub>2</sub>O?
33. Какому электроду соответствует схематическая запись Ag, AgCl|KCl?
34. Какому электроду соответствует схематическая запись Hg, Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>|KCl?
35. Какому электроду соответствует схематическая запись Pt(H<sub>2</sub>)/2H<sup>+</sup>?

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

Условиями допуска обучающегося к промежуточной аттестации являются выполнение и защиты всех лабораторных работ согласно рабочей программе; положительные результаты выполнения контрольных работ, ответов на вопросы коллоквиумов.

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

Письменная

Компьютерное тестирование

Иная

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными таблицами и калькулятором.

Время подготовки ответов на задания экзаменационного билета - 45 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Лысова С. С., Скрипникова Т. А., Зевацкий Ю. Э., Мызников Л. В., Ворона С. В.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Электронные спектры и строение органических соединений	СПб.: СПбГУПТД	2018	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201871">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201871</a>
Золотов Ю. А.	Введение в аналитическую химию. — 2-е изд., электрон.	Москва: Лаборатория знаний	2020	<a href="https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372679">https://ibooks.ru/reading.php?short=1&amp;productid=372679</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Линько, И. В., Рудницкая, О. В., Култышкина, Е. К., Доброхотова, Е. В., Хрусталева, В. Н.	Теоретические основы аналитической химии	Москва: Российский университет дружбы народов	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/104270.html">http://www.iprbookshop.ru/104270.html</a>
Лысова С. С., Мызников Л. В., Старикова Т. А.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Способы выражения концентрации растворов	СПб.: СПбГУПТД	2015	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2411">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2411</a>
Лысова С. С., Скрипникова Т. А., Зевацкий Ю. Э.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Физическая химия. Потенциометрия. Потенциометрическое титрование	СПб.: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017201">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017201</a>
Лысова С. С., Скрипникова Т. А.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2019	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019317">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2019317</a>
Старикова Т. А., Лысова С. С., Зевацкий Ю. Э., Холохонова Л. И.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Физико-химические методы исследования. Ионнообменная хроматография	СПб.: СПбГУПТД	2016	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3162">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3162</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Список физико-химических величин системы СИ с обозначениями и размерностью [Электронный ресурс].

URL: <http://old.iupac.org/reports/1993/homann/index.html>

Окислительно-восстановительные потенциалы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.chem.msu.su/rus/handbook/redox/welcome.html>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru>

Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://publish.sutd.ru>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows

MicrosoftOfficeProfessional

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лабораторные занятия со студентами проводятся в специализированных помещениях кафедры, оборудованных химической посудой, химическими реактивами, измерительными приборами, дистиллятором, сушильными шкафами, муфельной печью, компьютером.

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска