

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

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.12**

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Учебный план: 2025-2026 18.03.01 ИПХиЭ ХТОиНВ ОЗО №1-2-94.plx

Кафедра: **44** Теоретической и прикладной химии

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология органических и неорганических веществ  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очно-заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Лаб. занятия				
3	УП	16	32	95,75	0,25	Зачет
	РПД	16	32	95,75	0,25	
4	УП	17	17	83	27	Экзамен
	РПД	17	17	83	27	
Итого	УП	33	49	178,75	27,25	
	РПД	33	49	178,75	27,25	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922

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

\_\_\_\_\_

Сашина Елена Сергеевна

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области проведения химического анализа различных объектов исследования с использованием химических, физических и физико-химических методов.

### 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

<b>ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b> 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.
<b>Уметь:</b> подготовить пробу к анализу, прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях, выполнить анализ объекта классическим методом, провести статистическую обработку результатов измерений.
<b>Владеть:</b> навыками работы с химическими реактивами и приборами, проведения количественного и качественного анализа химическими и физико-химическими методами, навыками корректной оценки погрешностей при их проведении.
<b>ОПК-5: Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные</b>
<b>Знать:</b> теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических, области применения, основное аппаратное оформление
<b>Уметь:</b> выбрать методику анализа для заданной задачи и выполнить ее экспериментально с получением результатов аналитических определений с необходимыми метрологическими характеристиками.
<b>Владеть:</b> методами вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента.....

### 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	3					,О
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		5,75		
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.		1		5	ГД	
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		6		,Т

<p>Тема 4. Расчет pH в растворах кислот, оснований, солей, кислотно-основных буферных системах.  Вычисления pH растворов одноосновных кислот и одноосновных оснований, многоосновных кислот и многоосновных оснований, смеси кислот и оснований. 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.  Буферные системы и их свойства. Расчет pH. Буферная емкость. Зависимость буферной емкости от концентрации буферного раствора. Буферная емкость сильных кислот и оснований. Взаимодействие кислоты и основания . Расчет pH.</p>	2		9		
<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	8		
<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. Лабораторная работа: Кислотно-основное титрование. Алкалиметрия.</p>	2	4	8	ГД	

Раздел 3. Равновесия в окислительно-восстановительных процессах						,К
<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	4	8		
<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 йодометрия. Контрольная работа № 1. по теме: "Равновесия в гомогенных и окислительно-восстановительных системах".</p>		1	8	8	ГД	

Раздел 4. Равновесия в процессах комплексообразования						,0
<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, однороднолигандные 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.</p>	1		8			
<p>Тема 10. Комплексонометрическое титрование. Неорганические и органические реагенты в комплексонометрии. Способы комплексонометрического 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: Комплексонометрическое титрование.</p>	2	4	8	ГД		

<p>Раздел 5. Равновесия в гетерогенных системах (процессы осаждения и соосаждения)</p>						,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>	1		8			
<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	7			

<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.          Контрольная работа №2 по теме: "Равновесия в гетерогенных системах и в процессах комплексообразования".</p>		1	4	7	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		16	32	95,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Раздел 6. Идентификация катионов и анионов для качественного и количественного определения инструментальными методами						
<p>Тема 14. Идентификация катионов.          Лабораторная работа: Анализ катионов I аналитической группы.          Лабораторная работа: Анализ катионов II аналитической группы.          Лабораторная работа: Анализ катионов III аналитической группы.          Лабораторная работа: Анализ катионов IV аналитической группы.          Лабораторная работа: Анализ катионов V аналитической группы.          Лабораторная работа: Анализ катионов VI аналитической группы.</p>	4			4		Т
<p>Тема 15. Идентификация анионов и твердого вещества.          Лабораторная работа: Анализ анионов I, II, III аналитических групп.          Лабораторная работа: Идентификация вещества (веществ) в твердом состоянии. Тестирование по теме "Качественный анализ".</p>				4		

Раздел 7. Электрохимические методы анализа						,К
<p>Тема 16. Потенциометрический метод анализа.</p> <p>Прямая потенциометрия. Косвенная потенциометрия. Электроды в потенциометрии. Индикаторные электроды. Электроды сравнения. Электроды 1, 2 и 3-его родов. 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.</p> <p>Классификация ионселективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными кристаллическими мембранами, Электроды с жесткой матрицей (стеклянные электроды), электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды.</p> <p>Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования. Использование реакций кислотно-основных, осаждения, комплексообразования и окисления-восстановления.</p> <p>Лабораторная работа: Потенциометрическое титрование. Лабораторная работа: Ионметрия.</p>	2	4	8			
<p>Тема 17. Кондуктометрический метод анализа.</p> <p>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.</p> <p>Лабораторная работа: Прямая и косвенная кондуктометрия.</p>	1	2	6			

<p>Тема 18. Вольтамперометрия. Индикаторные электроды и классификация вольтамперометрических методов. Полярография. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Предельный диффузный ток. Уравнение Ильковича. Потенциал полуволны. Факторы, влияющие на величину потенциала полуволны. Количественный полярографический анализ. Условия проведения полярографического 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 № 2 по теме: "Электрохимические методы анализа".</p>	1	2	4	ГД	
<p>Раздел 8. Методы атомной оптической спектроскопии</p>					
<p>Тема 19. 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. 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		4		,0

<p>Тема 20. Атомно-абсорбционный метод. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы (пламенные и непламенные). Источники излучения (лампы с полым катодом, источники сплошного спектра, лазеры), их характеристики. 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		4	ГД	
<p>Раздел 9. Методы молекулярной оптической спектроскопии</p>					
<p>Тема 21. 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 (комплексообразования, протолитических, агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения. Лабораторная работа. Фотоколориметрия. Лабораторная работа. Спектрофотометрия.</p>	3	4	6		,К
<p>Тема 22. 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 23. 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>	1		4		
<p>Тема 24. Нефелометрический и турбидиметрический методы анализа. Теоретические основы метода. Особенности коллоидных растворов. Способы получения коллоидных растворов. Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического анализов.</p>	1		8		
<p>Тема 25. 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. Контрольная работа № 3. по теме: "Оптические методы анализа".</p>	1	4	7	ГД	

Раздел 10. Хроматографические методы анализа						,Т
Тема 26. 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.		2		10	ГД	
Тема 27. 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.		1	1	10		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	83		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5		24,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		84,75		203,25		

#### 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-2	<p>Раскрывает суть теоретических основ химических, физических и физико-химических методов анализа.</p> <p>Вычисляет концентрации веществ (ионов) в различных объектах на основе законов аналитических методов.</p> <p>Выбирает метод (методику) анализа, проводит статистическую обработку экспериментальных данных с использованием математических методов при решении задач в профессиональной деятельности.</p>	<p>Вопросы для устного собеседования</p> <p>Практико-ориентированные задания</p>
ОПК-5	<p>Раскрывает теоретические основы современных методов анализа различных объектов и методов интерпретации результатов экспериментальных данных.</p> <p>Вычисляет количество (концентрацию) вещества в объекте, используя калибровочный график в координатах: аналитический сигнал - концентрация.</p> <p>Выбирает метод (методику) выполнения измерений концентраций веществ (ионов) в различных объектах и интерпретирует результаты экспериментальных данных.</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.</p> <p>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 изложении нескольких тем. Путается в терминах.</p>	
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	<p>Выполнены и зачтены все лабораторные работы согласно рабочей программе. Получены положительные результаты при выполнении контрольных работ, ответов на вопросы коллоквиумов.</p>	
Не зачтено	<p>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.</p>	

## 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 3	
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	Теории кислотно-основных индикаторов.
14	Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы.
15	Влияние химических взаимодействий на величину окислительно-восстановительного потенциала: pH, комплексообразование, образование малорастворимых соединений.
16	Природа химической связи в комплексных соединениях с точки зрения теории кристаллического поля.
17	Природа химической связи в комплексных соединениях с точки зрения метода молекулярных орбиталей.
18	Схема образования осадка. Механизмы осаждения.

19	Факторы, влияющие на полноту осаждения осадков.
20	Причины загрязнения осадков. Классификация различных видов соосаждения.
21	Способы уменьшения соосаждения.
22	Количественный анализ. Задачи количественного анализа. Методы количественного анализа. Расчеты в количественном анализе.
23	Характеристика титриметрического анализа. Реакции, используемые в титриметрическом анализе. Классификация методов титриметрии.
24	Основной закон в титриметрическом методе анализа. Расчеты в титриметрии.
25	Кислотно-основное титрование. Классификация метода. Стандартные растворы. Вычисление концентрации водородных ионов, pH в растворах электролитов.
26	Титрование сильной кислоты сильным основанием. Кривые титрования.
27	Титрование слабых кислот сильными основаниями. Титрование сильных кислот слабыми основаниями. Кривые титрования.
28	Титрование слабых кислот слабыми основаниями. Кривые титрования.
29	Ионная теория кислотно-основных индикаторов.
30	Хромофорная теория кислотно-основных индикаторов.
31	Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования.
32	Методы обнаружения конечной точки окислительно-восстановительного титрования.
33	Комплексонометрическое титрование. Кривые титрования.
34	Методы обнаружения конечной точки комплексонометрического титрования.
35	Условия осаждения кристаллических осадков. Условия осаждения аморфных осадков. Соосаждение.
36	Особенности коллоидных растворов и способы их получения.
37	Осадительное титрование. Кривые титрования.
38	Методы обнаружения конечной точки осадительного титрования.
39	Сущность гравиметрического анализа. Типы гравиметрических определений.
40	Теория осаждения в гравиметрическом методе анализа: выбор осадителя, полнота осаждения, механизм образования осадков.
41	Общая характеристика потенциометрического анализа. Классификация методов.
42	Электроды в потенциометрии. Индикаторные электроды. Электроды 1-го, 2-го, 3-го родов. Электроды на ион водорода.
43	Электроды сравнения.
44	Потенциометрическое титрование. Способы определения конечной точки титрования.
45	Ионселективные электроды. Основные характеристики ионселективных электродов.
46	Классификация ионселективных электродов.
47	Кондуктометрия. Прямая и косвенная. Характеристика методов.
48	Кондуктометрическое титрование. Сущность метода. Определение точки эквивалентности по электропроводности.
49	Кривые кондуктометрического титрования, их типы. Примеры кондуктометрического титрования.
50	Теоретические основы вольтамперометрического анализа. Уравнение Ильковича.
51	Определение концентрации веществ в растворе вольтамперометрическим методом.
52	Теоретические основы метода эмиссионной спектроскопии (ЭС)
53	Качественный эмиссионный анализ.
54	Количественный спектральный атомно-эмиссионный анализ. Фотографические методы.
55	Количественный спектральный атомно-эмиссионный анализ. Фотоэлектрические методы.
56	Теоретические основы метода атомно-абсорбционной спектроскопии.
57	Способы определения концентрации веществ с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии.
58	Теоретические основы фотометрических методов. Оптические свойства окрашенных растворов. Законы прохождения света через вещество. Молярный коэффициент абсорбции (поглощения).
59	Цвет раствора. Спектры поглощения. Выбор условий для колориметрических определений. Причины отклонения от основного закона фотометрии.
60	Характеристика основных узлов, имеющих во всех спектральных приборах.
61	Способы измерения интенсивности светопоглощения. Визуальные методы. Фотоэлектроколориметрические методы.
62	Аппаратура для фотоэлектроколориметрических измерений. Однолучевые фотоэлектроколориметры.
63	Фотометрические методы определения концентрации веществ в растворе.
64	Происхождение ИК-спектров. Области ИК-спектра.
65	Регистрация ИК-спектров. Применение ИК-спектрометрии

66	Теоретические основы люминесцентного метода анализа. Классификация люминесценции. Люминофоры. Механизм возникновения люминесценции.
67	Законы люминесценции. Тушение люминесценции.
68	Аппаратура для люминесцентного анализа. Флуориметры. Спектрофлуориметры.
69	Практическое применение люминесцентного анализа. Сортовой люминесцентный анализ. Люминесцентная микроскопия. Качественный и количественный люминесцентный анализ.
70	Теоретические основы нефелометрического и турбидиметрического методов анализа.
71	Методы определения концентрации веществ в растворе с помощью нефелометрического и турбидиметрического методов анализа.
72	Аппаратура для проведения нефелометрического и турбидиметрического методов анализа.
73	Поляризация молекул. Вывод формулы Лоренц-Лорентца.
74	Теоретические основы рефрактометрического метода анализа. Показатель преломления. Зависимость показателя преломления от различных факторов.
75	Практическое применение рефрактометрии.
76	Теоретические основы хроматографического метода анализа. Классификация хроматографических методов.
77	Виды хроматографии по механизмам разделения. Молекулярно-адсорбционная хроматография.
78	Ионообменная хроматография. Осадочная хроматография.
79	Теоретические основы хроматографического анализа газов. Принцип газовой хроматографии.
80	Аппаратура для газовой хроматографии.
81	Распределительная хроматография. Окислительно-восстановительная хроматография.
82	Особенности и виды высокоэффективной жидкостной хроматографии.
83	Аппаратура для высокоэффективной жидкостной хроматографии.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

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

1. Навеску 0,1506 г технического бромида калия растворили в воде и оттитровали 22,0 см<sup>3</sup> 0,05 н. раствором Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> (K=1,0107). Вычислить массовую долю KBr в образце.

2. Навеску 2,8530 г хлорида натрия растворили в мерной колбе емкостью 500 см<sup>3</sup>. На титрование 20,00 см<sup>3</sup> раствора израсходовали 19,95 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. (K=1,0550). Вычислить массовую долю хлорида натрия в образце.

3. До какого объема нужно довести раствор, в котором содержится 1,530 г NaOH, чтобы на титрование 20,0 см<sup>3</sup> раствора израсходовать 14,7 см<sup>3</sup> раствора HCl (THCl=0,00380 г/см<sup>3</sup>)?

4. Навеску 0,600 г H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O растворили в мерной колбе емкостью 100 см<sup>3</sup>. На титрование 20 см<sup>3</sup> полученного раствора израсходовали 18,34 см<sup>3</sup> раствора NaOH. Определите молярную концентрацию эквивалента NaOH в растворе и его титр по H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.

5. На титрование 25 см<sup>3</sup> раствора FeSO<sub>4</sub> в H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> израсходовали 31,25 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Сколько воды нужно добавить к 200 см<sup>3</sup> раствора соли железа (II), чтобы сделать раствор точно 0,05 н.?

### 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>				
Полуэктова, В. А., Мухачева, В. Д.	Физико-химические методы анализа	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2018	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/92304.html">https://www.iprbooks.hop.ru/92304.html</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>
Полуэктова, В. А.	Аналитическая химия. Химические методы анализа	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2018	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/92239.html">https://www.iprbooks.hop.ru/92239.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Зыкова И. В., Лысова С. С.	Аналитическая химия. Качественный анализ	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2025	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202543">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202543</a>
Зыкова И. В., Лысова С. С.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Количественный анализ: химические методы	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2024	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2024139">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2024139</a>
Апарнев, А. И., Казакова, А. А., Александрова, Т. П.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2018	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/91180.html">https://www.iprbooks.hop.ru/91180.html</a>
Лысова С. С., Скрипникова Т. А., Зевацкий Ю. Э.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Физическая химия. 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>
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>
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>
Лысова, С. С., Т., А., Зевацкий, Ю. Э., Мызников, Л. В., Ворона, С. В.	Электронные спектры и строение органических соединений	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2018	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/102597.html">https://www.iprbooks.hop.ru/102597.html</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>

## 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.ru/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