

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.18**

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Учебный план: ФГОС3++z180301.19-1\_21-15.plx

Кафедра: **11** Общей и неорганической химии

Направление подготовки:  
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая и биотехнология переработки растительного сырья  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Лаб. занятия					
3	УП	12	18	245	13	8	Экзамен, Зачет
	РПД	12	18	245	13	8	
Итого	УП	12	18	245	13	8	
	РПД	12	18	245	13	8	

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

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент  
старший преподаватель

Дмитревич И.Н.  
Смит Р.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой общей и неорганической химии

Луканина Т.Л.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Смирнова Е.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Обучить студентов умению и навыкам разработки и использования методов химического и физико-химического анализа для контроля технологического процесса переработки растительного сырья, качества сырьевой базы и готовой продукции

### 1.2 Задачи дисциплины:

- обучить студентов классическим химическим и физико-химическим методам анализа;
- научить студентов применению теории химического равновесия в растворах к решению практических задач контроля технологического процесса;
- научить студентов обоснованному подходу к оценке, выбору и практическому использованию химических и физико-химических методов анализа для контроля производства.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Математика

Органическая химия

Общая и неорганическая химия

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности**

**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.

**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**

**Знать:** теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических, области применения, основное аппаратное оформление

**Уметь:** выбрать методику анализа для заданной задачи и выполнить ее экспериментально с получением результатов аналитических определений с необходимыми метрологическими характеристиками

**Владеть:** 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
		Лек. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Введение в аналитическую химию. Химический и физико-химические методы анализа	3				
Тема 1. Теоретические основы аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Требования, предъявляемые к методам анализа				6	
Тема 2. Химический количественный анализ. Требования, предъявляемые к реакциям в объемном анализе. Закон эквивалентности. Способы выражения концентраций. Приемы титрования. Расчет массы и концентрации определяемого вещества.				28	
Раздел 2. Методы кислотно-основного титрования.					
Тема 3. Ионные равновесия в кислотно-основном титровании. Равновесие в растворах сильных и слабых кислот, оснований, гидролизующихся солей и буферных растворов.  Лабораторная работа № 1 : Приготовление раствора гидроксида натрия. ( Техника соизмерения колбы с пипеткой. техника работы на полумикробюретке)		1	1	20	ИЛ
Тема 4. Расчет и построение кривых кислотно-основного титрования. Кислотно- основные индикаторы: их состав и свойства. Принцип подбора индикаторов.  Лабораторная работа №2: Установка точной концентрации рабочего раствора гидроксида натрия. Лабораторная работа № 3: Определение количества серной кислоты методом прямого титрования.		2	6	28	ГД
Раздел 3. Методы титрования на основе реакций комплексообразования и осаждения					

<p>Тема 5. Комплексиметрическое и комплексонометрическое титрование. Комплексоны. Концентрационная и условная константы устойчивости комплексонов. Металлохромные индикаторы.</p>		1		18	ИЛ
<p>Тема 6. Осадительное титрование. Критерии оценки образования малорастворимых соединений. Способы определения точки эквивалентности в осадительном титровании.</p>				10	
<p>Раздел 4. Методы окислительно-восстановительного титрования</p>					
<p>Тема 7. Теоретические основы окислительно-восстановительного взаимодействия. Электрохимическая ячейка. Уравнение Нернста для ЭДС гальванического элемента и электродного потенциала. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции. Способы определения точки эквивалентности в окислительно-восстановительном титровании. Кривые титрования.</p>		2		20	ИЛ
<p>Тема 8. Перманганатометрия :достоинство и недостатки метода. Йодометрия, условия ее проведения. Специфические индикаторы. Бихроматометрия.</p> <p>Лабораторная работа № 4:  Определение бихромата калия методом перманганатометрии.  -Приготовление раствора перманганата калия.  -Определение точной концентрации рабочего раствора перманганата калия.  -Приготовление вспомогательного раствора соли Мора.  -Определение точной концентрации раствора соли Мора.  -Определение количества бихромата калия методом обратного титрования</p>			3	8	ГД
<p>Раздел 5. Основы физико-химического анализа</p>					

<p>Тема 9. Классификация физико - химических методов анализа (по принципу получения аналитического сигнала, по физико-химическим свойствам системы, по использованию аналитического сигнала). Отличие от классических методов анализа. Стадии химического анализа. Этапы проведения анализа методами ФХМА. Преимущества и недостатки.</p>		0,25		10	ИЛ
<p>Тема 10. Аналитический сигнал и его свойства, определяющие чувствительность, селективность, экспрессность, помехозащищенность методики анализа.</p>		0,25		5	ИЛ
<p>Тема 11. Метрологическое обеспечение анализа (чувствительность, предел определения, точность, правильность, воспроизводимость, селективность). Аккредитованные аналитические лаборатории. Методики выполнения измерений.</p>		0,25		8	ИЛ
<p>Раздел 6. Электрохимические методы анализа</p>					
<p>Тема 12. Потенциометрия. Назначение метода. Возникновение электродного потенциала. Уравнение Нернста. Электрохимическая ячейка. Классификация и назначение электродов. Ионметрия и косвенная потенциометрия. Преимущества и недостатки метода. Лабораторная работа № 5: Определение количества соляной кислоты методом потенциометрического титрования.</p>		0,75	2	13	ИЛ
<p>Тема 13. Кулонометрия. Назначение метода. Закон Фарадея. Потенциостатический и амперостатический методы. Кулонометрическое титрование. Назначение и особенности применения. Способы электрогенерации титранта. Требования к методу.</p>		0,25		5	ИЛ

<p>Тема 14. Кондуктометрия. Назначение метода. Классификация способов кондуктометрического анализа (прямая/косвенная, низкочастотная/высокочастотная). Электропроводность раствора. Зависимость ее от концентрации, температуры и природы ионов. Высокочастотное титрование Лабораторная работа № 6: Определение количества соляной кислоты методом кондуктометрического титрования</p>		0,75	2	10,5	ИЛ
<p>Тема 15. Полярография. Назначение метода. Классификация полярографических методов и примеры их использования. Получение и характеристики полярографической (вольтамперной) кривой. Принцип качественного и количественного полярографического анализа. Амперометрическое титрование: сущность, назначение, кривые титрования.</p>		0,5		10	ИЛ
<p>Раздел 7. Оптические методы анализа: теоретические основы, классификация и аппаратное оформление</p>					
<p>Тема 16. Фотометрия: закон Бугера-Ламберта-Бера; методы измерения оптической плотности; методы определения концентрации по величине оптической плотности. Фотометрическое определение железа в растворе Лабораторная работа № 7: Определение количества железа в растворе фотометрическим методом.</p>		0,75	3	15	ИЛ
<p>Тема 17. Рефрактометрический анализ. Теоретические основы метода. Аддитивность рефракции. Применение в анализе. Люминесцентный анализ. Виды люминесценции, их классификация. Флуориметрия.</p>		0,5		10	ИЛ
<p>Тема 18. Спектрофотометрия: классификация методов; получение спектров поглощения, методы количественного и качественного анализа. Спектрофотометрическое определение красителей в их смеси Лабораторная работа № 8: спектрофотометрическое определение концентрации красителей в их смеси</p>		0,25	1	0,5	ИЛ

Раздел 8. Хроматографические методы анализа: теоретические основы, классификация, методы качественного и количественного анализа				
Тема 19. Хроматографические методы анализа: теоретические основы, классификация, методы качественного и количественного анализа. Планарная хроматография. Гель-хроматография. ВЭЖХ. Капиллярный электрофорез. Основы газовой хроматографии. Ионообменная хроматография. Классификация и назначения ионитов. Особенности ионного обмена.	1		15	ИЛ
Тема 20. Газовая и ионообменная хроматография - применение в массовом анализе и промышленности	0,5		5	ИЛ
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	12	18	245	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Зачет)	2,75		10,25	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	32,75		255,25	

#### 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	1. Показывает знание базовых законов химии, физики и теоретических основ химического и физико-химического анализа (качественного и количественного). 2. Демонстрирует способность прогнозировать влияние различных факторов на равновесие химических реакций с целью аргументированного выбора условий классического химического анализа. 3. Показывает знакомство с основными этапами качественного и количественного химического анализа, с методами разделения, концентрирования и подготовки пробы к анализу. 4. Проявляет навыки работы с химическими реактивами, приборами и демонстрирует способность оценивать погрешность измерений на основе результатов статистической обработки.	1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированное задание.
ОПК-5	1. Показывает знание теоретических основ и принципов химических и физико-химических методов анализа (электрохимических, спектральных, хроматографических). Ориентируется в области их применения и аппаратного оформления. 2. Демонстрирует способность аргументированного выбора методики решения конкретной аналитической задачи и умение ее выполнения с соблюдением заданных метрологических характеристик и требований техники безопасности. 3. Демонстрирует навыки проведения аналитических	1. Вопросы устного собеседования. 2. Практико-ориентированное задание

	исследований , обработки и интерпретации их результатов. Проявляет высокий уровень освоения методов вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента.	
--	--	--

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся демонстрирует глубокое знание теоретических основ аналитической химии, при ответе легко ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; проработал основную и знаком с дополнительной литературой; способен обоснованно применять теорию химического равновесия к решению практических задач анализа химических систем; может аргументировано выбрать методику анализа для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	Обучающийся показывает правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул и химических реакций для ее решения, знание размерностей химических и физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать
4 (хорошо)	Обучающийся демонстрирует достаточный уровень знания теоретических основ аналитической химии, ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя	Обучающийся показывает достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов, формул и химических реакций для ее решения, знание размерностей химических и физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата при решении задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся демонстрирует знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать химические законы, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, но не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Допускает ошибки в размерностях химических и физических величин, может сделать схему, поясняющую решение задачи.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Обучающийся не способен проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать химические законы и плохо ориентируется в химических и физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных методов физико-химического анализа, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; может обоснованно подобрать схему анализа различных объектов производственного контроля; выполнил и оформил все	

	лабораторные работы. Правильно подобрал алгоритм решения предлагаемой в билете задачи, провел все необходимые вычислительные действия, корректно интерпретировал результаты.	
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные принципы организации физико-химического анализа; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Не смог корректно решить предложенную в билете задачу, не может воспользоваться предложенными формулами, не в состоянии устранить помарки даже под руководством преподавателя	

**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
Курс 3	
1	Методы аналитической химии. Их классификация и характеристика.
2	Основные требования к методам анализа в аналитической химии.
3	Сравнительная характеристика основных методов аналитической химии.
4	Гравиметрический анализ, его достоинства и недостатки.
5	Сущность титриметрического анализа. Достоинства и недостатки.
6	Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.
7	Стандартный раствор: его назначение и способы приготовления.
8	Способы приготовления стандартного раствора щелочи.
9	Требования, предъявляемые к установочным веществам. Их назначение и примеры использования.
10	Приготовление титранта стандартизацией раствора приблизительной концентрации на примере стандартного раствора гидроксида натрия.
11	Приготовление стандартного раствора по точной навеске установочного вещества.
12	Закон эквивалентности. Его использование в аналитических расчетах.
13	Прямое, косвенное и обратное титрование. Расчёт содержания анализируемого вещества при различных приёмах титрования.
14	Электролитическая теория растворов. Степень диссоциации, как критерий оценки силы электролита.
15	Степень и константа диссоциации. Факторы, влияющие на степень диссоциации. Закон разбавления Освальда для слабых электролитов
16	Диссоциация воды. Константа ионного произведения воды.
17	Активность, коэффициент активности, ионная сила растворов, их взаимосвязь.
18	Протолитическая теория кислот и оснований. Расчет pH в растворах щелочей и сильных кислот.
19	Равновесие в растворах слабых кислот и оснований. (Вывод формулы для расчета pH).
20	Гидролиз, степень и константа гидролиза солей. Факторы, влияющие на степень гидролиза.
21	Равновесие в растворах гидролизующихся солей. (Вывод формулы для расчета pH).
22	Равновесие в растворах слабых многоосновных кислот и многокислотных оснований.
23	Буферные растворы: их назначение и классификация. Буферная емкость.

24	Равновесие в буферных растворах. (Вывод формулы для расчета pH).
25	Принцип действия буферных растворов.
26	Общие принципы построения кривых титрования. Выбор индикаторов.
27	Кислотно-основные индикаторы. Их строение и принцип действия.
28	Ионная теория кислотно-основных индикаторов. Интервал перехода окраски и показатель титрования индикаторов.
29	Хромофорная теория кислотно-основных индикаторов.
30	Принцип выбора кислотно-основных индикаторов. Индикаторные ошибки, причины их возникновения.
31	Расчет индикаторных ошибок.
32	Расчет и построение кривых титрования сильных кислот и щелочей.
33	Сравнительный анализ кривых титрования сильных и слабых кислот.
34	Расчет и построение кривых титрования слабых кислот и оснований. Причины отсутствия скачка на кривой титрования.
35	Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием (На примере кислоты с $pK=4$ , $C_{0к}=0,1$ М, $V_k = 100$ мл.)
36	Кривые титрования слабых многоосновных кислот и многокислотных оснований. Условие дифференцированного ступенчатого титрования.
37	Реакции комплексообразования. Основные характеристики комплексных соединений. Дентантность лигандов.
38	Недостатки комплексиметрического титрования с использованием малодентантных лигандов. Комплексиметрическое - и комплексонометрическое титрование.
39	Комплексоны: примеры, строение и свойства.
40	Протолитические свойства комплексонов.
41	Выбор оптимальных условий комплексонометрического титрования.
42	Преимущество использования комплексонов в титриметрическом анализе.
43	Концентрационная и условная константы устойчивости комплексонов.
44	Расчет условной константы устойчивости комплексонов. Область ее использования.
45	Расчет и построение кривых комплексонометрического титрования.
46	Металлоиндикаторы, их строение и принцип действия.
47	Требования к индикаторам в комплексонометрическом титровании.
48	Общая характеристика методов осадительного титрования.
49	Определение точки эквивалентности в аргентометрии.
50	Уравнение Нернста для ЭДС гальванического элемента.
51	Вывод уравнения Нернста для электродного потенциала.
52	Форма записи уравнения Нернста электродного потенциала для различных видов реакций.
53	Стандартный окислительно-восстановительный потенциал ( $E^0$ ) и способ его определения.
54	Расчет константы равновесия окислительно-восстановительной реакции. Оценка возможности использования окислительно-восстановительной реакции в титриметрическом анализе.
55	Окислительно-восстановительные индикаторы. Принцип их подбора.
56	Способы определения точки эквивалентности в окислительно-восстановительном титровании.
57	Условия проведения йодометрического титрования.
58	Приготовление стандартного раствора перманганата калия по точной навеске установочного вещества.
59	Условия проведения перманганатометрии.
60	Сущность физико-химических методов анализа. Место ФХМА в структуре химического анализа.
61	Аналитический сигнал. Свойства веществ - интенсивные и экстенсивные. Получение аналитического сигнала.
62	Характеристики аналитического сигнала. Классификация методов аналитической химии по принципу получения аналитического сигнала.
63	Схема классического химического анализа. Этапы проведения анализа методами ФХМА.
64	Преимущества и недостатки ФХМА.
65	Классификация ФХМА по физико-химическим свойствам системы.
66	Классификация ФХМА по использованию аналитического сигнала.
67	Метрологическое обеспечение анализа.
68	Аккредитованные аналитические лаборатории. Методики выполнения экспериментов.

69	Сущность электрохимических методов анализа. Классификация ЭХМА по получаемому аналитическому сигналу.
70	Охарактеризовать метод потенциометрического анализа (основы метода, главные направления применения). Привести классификацию потенциометрических методов анализа (ионометрия, редоксиметрия и т.д.).
71	Дать определение терминам: электрод, электрохимическая реакция, электрохимическая ячейка (обратить внимание на различия принципа действия гальванического элемента и электролизера). Представить связь гальванического элемента и электролитической ячейки.
72	Описать процесс возникновения потенциала на границе раздела фаз металлический электрод-раствор. Представить уравнение Нернста.
73	Дать определение стандартного электродного потенциала. Описать конструкцию и назначение стандартного водородного электрода, а также способ измерения стандартного электродного потенциала
74	Представить принцип работы гальванического элемента, его схематическое изображение, процессы и реакции, протекающие на электродах. Принцип расчета ЭДС ячейки.
75	Основные принципы классификации электродов (по назначению, по механизму возникновения потенциала). Обратимые и необратимые электроды. Привести примеры.
76	Привести примеры электродов второго рода. Описать конструкцию и вывести потенциал хлорсеребряного электрода.
77	Дать определение функциям электрода сравнения и индикаторного электрода, привести пример каждого. Перечислить требования, предъявляемые к ним.
78	Редокс электроды. Дать определение и вывести потенциал хингидронного электрода.
79	Перечислить виды мембранных электродов. Кратко охарактеризовать каждый вид, представить конструкцию.
80	Описать конструкцию и вывести потенциал стеклянного электрода. Перечислить его преимущества и недостатки.
81	Привести примеры использования ионометрии.
82	Описать методы определения концентрации в прямой потенциометрии (метод градуировочного графика (+калибровка электрода), концентрационного элемента, добавок и пр.).
83	Охарактеризовать косвенные методы потенциометрии. Описать принцип потенциометрического титрования на примере кислотно-основного взаимодействия. Индикаторные электроды кислотно-основного титрования.
84	Осадительное, комплексонометрическое, окислительно-восстановительное титрование. Основные принципы.
85	Преимущества потенциометрического титрования перед классическими методами.
86	Охарактеризовать методы измерения ЭДС в потенциометрии (компенсационный и некомпенсационный метод).
87	Основные принципы кулонометрических исследований. Описать процесс электрохимического превращения вещества на электроде с использованием закона Фарадея.
88	Условия проведения кулонометрического анализа.
89	Охарактеризовать методы анализа, основанные на законе Фарадея (прямая/косвенная, амперостатическая/потенциостатическая кулонометрия).
90	Прямая кулонометрия. Электрохимические реакции, применяемые в прямой кулонометрии.
91	Выбор потенциала рабочего электрода в прямой потенциостатической кулонометрии. Дать определение понятию «потенциал выделения вещества».
92	Определение количества электричества в прямой потенциостатической кулонометрии.
93	Схема установки для прямой потенциостатической кулонометрии. Химический кулонометр.
94	Электрогравиметрический анализ. Назначение метода, краткая характеристика.
95	Сущность косвенной амперостатической кулонометрии. Способы электрогенерации титранта.
96	Условия проведения кулонометрического титрования.
97	Основные принципы фиксации конечной точки титрования (точки эквивалентности) в кулонометрии.
98	Описать способ определения содержания кислоты методом кулонометрического титрования. Реакции, описывающие электрохимическое получение реагента и его взаимодействие с определяемым веществом при определении кислот.
99	Описать способ определения содержания тиосульфата натрия методом кулонометрического титрования. Реакции, описывающие электрохимическое получение реагента и его взаимодействие с определяемым веществом при определении тиосульфата натрия.
100	Представить преимущества кулонометрического анализа (как прямого, так и косвенного) перед классическими методами анализа.
101	Практическое применение методов кулонометрического анализа.

102	Охарактеризовать метод кондуктометрических исследований. Объяснить сущность процесса электропроводимости растворов электролитов. Показать связь величины электропроводности раствора электролита и его сопротивления.
103	Дать понятие удельной, эквивалентной и электропроводности. Представить размерность. Соотношение удельной и эквивалентной электропроводности.
104	Эквивалентная электропроводность при бесконечном разбавлении. Закон независимого движения ионов. Формула Кольрауша – зависимость эквивалентной электропроводности сильных электролитов.
105	Влияние концентрации сильных и слабых электролитов на электропроводность. Представить графики зависимости удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации сильных и слабых электролитов.
106	Объяснить причину аномально высокой подвижности протона и гидроксил-иона в электрическом поле. Зависимость электрической проводимости от температуры.
107	Прямая кондуктометрия. Назначение, преимущества и недостатки. Объяснить причину ограниченного применения.
108	Схема установки для определения электрической проводимости. Константа сосуда. Ток разбаланса моста.
109	Представить сущность процесса неконтактного высокочастотного титрования (ВЧТ). Преимущества и недостатки. Типы ячеек, применяемых в высокочастотном титровании.
110	Дать полное выражение общей проводимости ячейки емкостного типа. Активная и реактивная составляющая. Отличие высокочастотных методов от низкочастотных.
111	Описать метод кондуктометрического титрования и принцип нахождения точки эквивалентности на примере кислотно-основного титрования. Зависимость формы кривой ВЧТ от частоты генератора.
112	Сущность процесса взаимодействия вещества с электромагнитным излучением. Представить процесс поглощения света с точки зрения изменения внутренней энергии исследуемого вещества. Дать объяснение понятию «корпускулярно-волновой дуализм».
113	Назвать три спектральные области, в которых изучается поглощение света веществом и соответствующие методы спектроскопии. Избирательное поглощение света веществом. Классификация методов спектроскопии.
114	Представить закон Бугера-Ламберта-Бера в линейном и степенном виде. Аддитивность оптической плотности. Связь оптической плотности с пропусканием. Молярный коэффициент поглощения. Ограничения и условия применимости закона.
115	Описать метод атомно - абсорбционной спектроскопии. Перечислить способы атомизации вещества. Электротермическая атомизация. Пламенно-эмиссионная спектроскопия. Различие между атомно – абсорбционной и пламенно-эмиссионной. Преимущества и недостатки методов.
116	Описать метод молекулярно-абсорбционной фотометрии. Характеристика молекулярных спектров поглощения. ИК и УФ спектроскопия (количественный и качественный анализ этими методами).
117	Основные узлы приборов абсорбционной спектроскопии. Перечислить источники излучения для получения спектров в различном диапазоне длин волн.
118	Материал оптической аппаратуры, монохроматоры, светофильтры и детекторы.
119	Количественный анализ методом молекулярной спектроскопии. Выбор условий фотометрирования однокомпонентных растворов. Пояснить необходимость фотометрирования относительно раствора сравнения и добавки к бесцветным растворам окрашивающих реагентов.
120	Выбор светофильтра. Факторы, влияющие на оптическую плотность. Чувствительность фотометрических методов.
121	Описать методы определения концентрации (метод калибровочного графика, добавок, сравнения и дифференциальной фотометрии). Преимущества и недостатки каждого метода.
122	Определение железа при помощи сульфосалициловой кислоты
123	Спектрофотометрическое определение концентрации компонентов в смеси светопоглощающих веществ – анализ смеси двух красителей.
124	Описать принцип рентгенофлуоресцентного анализа.
125	Описать принцип люминесцентного анализа. Флуориметрия.
126	Сущность процесса хроматографии.
127	Классификация хроматографических методов анализа в зависимости от природы подвижной и неподвижной фазы и аппаратного оформления.
128	Классификация хроматографических методов анализа в зависимости от способа проведения – элюентная, вытеснительная и фронтальная.
129	Теоретические основы хроматографии. Теория теоретических тарелок.
130	Колоночная адсорбционная хроматография. Опыты М.С.Цвета. Качественная и количественная идентификация разделяемых веществ.
131	Тонкослойная хроматография. Сущность метода, аппаратное оформление. Установление химической природы и количества компонентов.
132	Распределительная хроматография. Сущность метода, аппаратное оформление. Бумажная хроматография. Установление химической природы и количества компонентов.

133	Классификация, назначение и основы метода газовой хроматографии. Принципиальная схема газового хроматографа и техника выполнения анализа.
134	Проявительный метод в газовой хроматографии. Вид дифференциальной хроматограммы, её основные параметры.
135	Основные критерии хроматографического разделения: эффективность, разрешение и селективность колонки.
136	Неподвижные фазы и требования, предъявляемые к ним. Хроматографические детекторы.
137	Методы качественного и количественного анализа в газовой хроматографии.
138	Высокоэффективная жидкостная хроматография. Основные принципы и назначения метода. Преимущества и недостатки.
139	Гель-хроматография. Основные принципы и назначения метода. Преимущества и недостатки.
140	Теоретические основы метода ионообменной хроматографии. Классификация. Аппаратурное оформление и техника выполнения анализа на примере определения содержания магния и цинка при их совместном присутствии на анионите.
141	Капиллярный электрофорез. Сущность и назначение. Внутренняя организация капилляра, возникновение электроосмотического потока.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

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

1. Вычислить молярную концентрацию эквивалента  $H_2SO_4$  и  $T H_2SO_4$  если  $T H_2SO_4 = 0,004852$  г/мл.
2. Какую навеску янтарной кислоты ( $H_2C_4H_4O_4$ ) следует взять, чтобы после ее растворения в мерной колбе вместимостью 200 см<sup>3</sup>, на титрование 25 см<sup>3</sup> полученного раствора пошло 4,2 см<sup>3</sup> 0,1 н. раствора NaOH?
3. Определить жесткость Н-катионированной воды, используемой для уменьшения зольности целлюлозы, если на титрование 300 см<sup>3</sup> воды затрачено 0,86 см<sup>3</sup> 0,01 н раствора трилона Б
4. Рассчитать окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности при титровании 0,1 м раствора  $FeSO_4$  0,1 м раствором  $KMnO_4$  в присутствии  $H_2SO_4$  ( $H^+ = 1$  моль/л) ( $E_{O}MnO_4^- / Mn^{2+} = 1,51$  В;  $E_{O}Fe^{3+} / Fe^{2+} = 0,77$  В).
5. Определить содержание  $Na_2S$  (г/дм<sup>3</sup>) в белом щелоке сульфатной варки целлюлозы, если 10 см<sup>3</sup> щелока разбавили в колбе 250 см<sup>3</sup>. К 25 см<sup>3</sup> полученного раствора добавили 5,0 см<sup>3</sup> 0,1 н раствора йода и на обратное титрование затратили 1,86 см<sup>3</sup> 0,1 н раствора тиосульфата натрия ( $K=1,052$ ).
6. Выразите оптическую плотность в процентах пропускания: а) 0,064; б) 0,765; в) 0,318; г) 0,209; д) 0,437; е) 0,413
7. При электролизе раствора, содержащего ионы  $Me$  (III) при силе тока 1,0 А за 35 мин. На катоде было выделено 0,3772 г металла. Приняв выход по току равным 100 %, определить, какой это металл

## 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»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

При проведении экзамена время подготовки к ответу составляет не более 40 мин. В это время входит подготовка ответа на теоретический вопрос и решение практической задачи. Для выполнения практической задачи обучающемуся необходимо иметь при себе калькулятор. Необходимая справочная литература предоставляется на экзамене.

Студенты, выполнившие все требования текущего контроля, на зачете отвечают на два теоретических вопроса и решают одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 30 минут.

Преподаватель вправе задать несколько дополнительных вопросов.

## 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>				

Апарнев, А. И., Казакова, А. А., Александрова, Т. П.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/91180.html">http://www.iprbookshop.ru/91180.html</a>
Громов, Н. В., Таран, О. П.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Сборник задач с основами теории и примерами решений	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/91181.html">http://www.iprbookshop.ru/91181.html</a>
Сульдина, Т. И.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа	Саратов: Ай Пи Эр Медиа	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/70757.html">http://www.iprbookshop.ru/70757.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
О.В. Фёдорова, И.Н. Дмитриевич, О.С. Андранович	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: количественный анализ: метод. указания для проведения лабораторных работ. – 4-е изд., доп. и испр.	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/1590531987.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/1590531987.pdf</a>
И.Н. Дмитриевич	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: оптические методы (вопросы, тесты и ответы): учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/1583455919.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/1583455919.pdf</a>
А.А. Комиссаренков, Г.Ф. Пругло, В.А. Федоров	Потенциометрия [Текст] : учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2013	<a href="http://nizrp.narod.ru/potenz.pdf">http://nizrp.narod.ru/potenz.pdf</a>
И.Н. Дмитриевич [и др.]	Физико-химические методы анализа [Текст] Ч.III. Хроматографические методы анализа: учеб. пособие для студентов заочной формы обучения	М-во образования и науки РФ, СПб ГТУРП. - СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/9.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/9.pdf</a>
А.А. Комиссаренков, Г.Ф. Пругло	Кондуктометрия и высокочастотное титрование [Текст] : учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2009	<a href="http://nizrp.narod.ru/Konduktometr.htm">http://nizrp.narod.ru/Konduktometr.htm</a>
Г.Ф. Пругло, О.В. Федорова, Р. А. Смит	Хроматографические методы анализа [Текст]: учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/18.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/18.pdf</a>
Г.Ф. Пругло, А.А. Комиссаренков, В.А. Федоров	Оптические методы анализа [Текст] : учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2010	<a href="http://nizrp.narod.ru/metodoptika.htm">http://nizrp.narod.ru/metodoptika.htm</a>
И.Н. Дмитриевич [и др.]	Физико-химические методы анализа. [Текст] Ч.1. Электрохимические методы анализа: учебное пособие для студентов заочной формы обучения	М-во образования и науки РФ, СПб ГТУРП. - СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/8.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorg/h/8.pdf</a>

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

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
 Электронно-библиотечная система "Айбукс" [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ibooks.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

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

Аудитория	Оснащение
Б-316	Вытяжные шкафы, весы аналитические, комплект посуды для количественного анализа и водоподготовки, вакуумный сушильный шкаф, электрические плитки. Специализированная учебная лаборатория ФХМА с необходимым оборудованием: Спектрофотометры и фотоколориметры ФЭК 56-М, КФК-2, КФК-3, Юнико 1201, СФ-2000, рН – метры марки ИПЛ – 301, хроматограф Цвет 100, высокочастотные титраторы, анализатор вольтамперометрический АКВ – 07 МК, прибор для капиллярного электрофореза «Капель 3», установка для проведения процесса ионитного умягчения воды.
Б-306	Вытяжные шкафы, весы аналитические, комплект посуды для количественного анализа и водоподготовки, вакуумный сушильный шкаф, электрические плитки, спектрофотометры и фотоколориметры ФЭК 56-М, КФК-2, КФК-3, Юнико 1201, СФ-2000, рН – метры марки ИПЛ – 301, хроматограф Цвет 100, высокочастотные титраторы, концентратомер КН-1, прибор для капиллярного электрофореза «Капель 3»
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска