

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Романчук Иван Сергеевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 14.02.2025 15:42:18  
Уникальный программный ключ:  
6319edc2b582ffdacea443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

Приложение к  
рабочей программе  
дисциплины

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Наименование дисциплины	<i>Аналитическая химия</i>
Направление подготовки / Специальность	<i>04.03.01 Химия</i>
Направленность (профиль) / Специализация	<i>Химия</i>
Форма обучения	<i>очная</i>
Разработчики	<i>Ларина Наталья Сергеевна, профессор кафедры органической и экологической химии Ермакова Надежда Александровна, доцент кафедры органической и экологической химии</i>

**1. Темы дисциплины для самостоятельного освоения обучающимися**  
Отсутствуют.

**2. План самостоятельной работы**

**Часть 1. Количественный анализ (5 семестр)**

№ п/п	Учебные встречи	Виды самостоятельной работы	Формы отчетности/ контроля	Количество баллов	Рекомендуемый бюджет времени на выполнение (ак.ч.)
1	Основные понятия и методы аналитической химии.	Проработка лекций	Тестирование	1	3
2	Кислотно-основное равновесие, титрование	Проработка лекций	Тестирование	7	8
3	Комплексонометрия	Проработка лекций	Тестирование	6	6
5	Окислительно-восстановительное титрование	Проработка лекций	Тестирование	6	6
6	Подготовка к лабораторным занятиям	Обработка результатов измерений, подготовка отчета по лабораторной работе, подготовка к защите отчета	Представление текста отчета по результатам определений, его защита	15	16
7	Гидролиз		Контрольная работа	3	3
8	Решение задач по результатам титрования	Выполнение индивидуальных расчетных заданий по темам	Контрольная работа	4	8
9	Индивидуальные задания по темам	Выполнение расчетных индивидуальных заданий	Расчеты, графики, диаграммы	9	8
10	Коллоквиумы по темам (3)	Подготовка к коллоквиумам	Коллоквиум	15	16
11	Промежуточная аттестация (экзамен)	Подготовка к экзамену	Устный ответ на экзаменационный билет	0	20
					94

### 3. Требования и рекомендации по выполнению самостоятельных работ обучающихся, критерии оценивания

Студентам рекомендуется прорабатывать лекционный материал перед следующей лекцией при необходимости использовать дополнительную литературу и интернет-ресурсы по пройденной теме, подготовить вопросы лектору по непонятным или невыясненным вопросам. На лекциях в соответствии с планом проводится устный или письменный опрос или тест по пройденной теме. В конце каждого блока - индивидуальный тест по теме. Формой контроля освоения теоретических знаний является проведение фронтального и/или индивидуального тестирования по пройденным темам в системе LMS или в письменной форме на лекциях.

Лекционный материал и дополнительные источники используются при подготовке к лабораторным работам и защите отчетов, а также при решении задач и выполнении индивидуальных заданий. Для организации самостоятельной работы при подготовке к выполнению и защите отчетов по лабораторным работам рекомендуется обращать внимание на вопросы для самоподготовки, приведенные в практикуме перед каждой работой и при необходимости отражать эти вопросы в краткой теории к каждой работе. Кроме этого в данном разделе в обязательном порядке должны быть приведены уравнения всех протекающих реакций и дополнительная информация (например, кривые титрования, структурные формулы, вывод используемых формул и т.д.).

В отчете по лабораторной работе указываются:

- название лабораторной работы,
- цель работы,
- сущность химических процессов, лежащих в основе определения,
- уравнения химических реакций, методы определения содержания анализируемого вещества, кривые титрования, дается вывод используемых в работе формул,
- методика выполнения химического анализа,
- результаты измерений,
- расчет результатов анализа,
- обработка полученных результатов с применением методов математической статистики, оценка точности выполнения анализа,
- вывод.

Если в ходе проверки отчета будут найдены ошибки, недочеты, студент оперативно вносит необходимые исправления и возвращает отчет преподавателю.

Отчет оформляется в письменном или электронном виде с использованием офисного пакета программ, загружается в систему LXP для фиксации и проверки. Отчет по выполненной лабораторной работе должен быть сдан не позднее следующего занятия.

При защите работ нужно пояснить суть проводимых определений, связав их с теорией процессов, отметив и объяснив условия и особенности определения и расчетов, использованных при выполнении работ, дать определение основных понятий используемых при этом.

Важной частью обучения в аналитической химии является умение правильно проводить расчеты при использовании различных методов анализа, поэтому решение расчетных задач по результатам анализа в различных методах является важной практической задачей для освоения аналитических методов. Для понимания теоретической сути происходящих при определении процессов необходимо разбираться в теоретических расчетах равновесий, лежащих в основе всех определений, поэтому решение такого типа задач столь же важно и требует знания и практического использования основных химических понятий и законов. Выполнение индивидуальных расчетных заданий позволит понять производимые расчеты и принципы построения различных графических представлений результатов исследований, возможность их использования для прогнозирования и объяснения получаемых результатов. Поэтому по каждой теме необходимо выполнить индивидуальные расчетные задания по каждому изучаемому блоку.

Подробное описание вопросов для самоподготовки и индивидуальных заданий представлены в лабораторном практикуме (Ларина, Н. С. Аналитическая химия : Лабораторный практикум по химическим методам анализа / Н. С. Ларина, Н. А. Ермакова. – Тюмень : ТюмГУ-Press, 2023. – 136 с. – ISBN 978-5-400-01729-2. – EDN BDUMII).

Оценка самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и лабораторных занятиях посредством устных и письменных опросов, тестирования, вопросов для обсуждения и самоподготовки, проверки правильности выполнения расчетных заданий, обсуждения методики химического анализа, проверки отчетов по лабораторным работам.

Оцениваются как фактические знания студентов, способности к самостоятельной работе, поиску и осмыслению информации, так и практические навыки выполнения химического эксперимента, обработки полученных данных, представления и интерпретации результатов химического анализа.

Рекомендуемая литература:

Основы аналитической химии: практическое руководство: руководство / Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш, О. В. Моногарова, Е. А. Осипова; под редакцией Ю. А. Золотова [и др.]. — Москва: Лаборатория знаний, 2017. — 465 с. — ISBN 978-5-00101-567-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97410> (дата обращения: 31.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Основы аналитической химии: задачи и вопросы: руководство / Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш, О. В. Моногарова, Е. А. Осипова; под редакцией Ю. А. Золотова [и др.]. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 416 с. — ISBN 978-5-00101-882-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151514> (дата обращения: 31.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т. / под ред. Ю. А. Золотова. Москва: Академия. (Высшее образование). (Естественные науки). ISBN 978-5-4468-0516-7: Б.г. Т. 1. 2014. - 400 с. ISBN 978-5-4468-0517-4.

Основы аналитической химии: учебник для студентов вузов, обучающихся по химическим направлениям: в 2 т. / под ред. Ю. А. Золотова. Москва: Академия. (Высшее образование). (Естественные науки). ISBN 978-5-4468-0516-7: Б.г. Т. 2. 2014. - 416 с. ISBN 978-5-4468-0518-1

Ларина, Н. С. Аналитическая химия : Лабораторный практикум по химическим методам анализа / Н. С. Ларина, Н. А. Ермакова. – Тюмень : ТюмГУ-Press, 2023. – 136 с. – ISBN 978-5-400-01729-2. – EDN BDUMII.

Электронные образовательные ресурсы: <http://www.rusanalytchem.org>, <http://window.edu.ru>

#### **4. Рекомендации по самоподготовке к промежуточной аттестации по дисциплине**

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся баллы в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме устного экзамена по билетам Билет включает два теоретических

вопроса и одну расчетную задачу, относящиеся к трем базовым блокам (нейтрализация, комплексонометрия, ОВР). Оценивание производится по пятибалльной системе.

Рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации:

- повторить лекционный материал, используйте дополнительные ресурсы для подготовки,
- знать теоретические основы и принципы основных методов химического анализа,
- понимать сущность используемых методик анализа,
- знать методы расчета содержания определяемого вещества и расчетов по равновесиям,
- проводить расчеты кривых титрования.

### Вопросы к экзамену (5 семестр)

1. Аналитическая химия, ее цели и задачи. Виды анализа и их краткая характеристика.
2. Методы анализа веществ, их классификация и краткая характеристика.
3. Константы равновесия химических реакций и их взаимосвязь.
4. Кислотно-основное равновесие. Теория Бренстеда–Лоури. Кислотно-основные сопряженные пары.
5. Автопротолиз растворителей. Константа автопротолиза. Шкала кислотности растворителя.
6. Кислоты и основания в амфипротных растворителях. Дифференцирующие и нивелирующие растворители.
7. Графическое изображение кислотно-основного равновесия в растворах многоосновных кислот. Концентрационно-логарифмические диаграммы.
8. Вычисление рН в растворах сильных электролитов. Изменение силы кислоты и основания в различных растворителях.
9. Вычисление рН в растворах слабых протолитов. Изменение силы кислоты и основания в различных растворителях.
10. Буферные растворы, механизм их действия. Буферная емкость. Вычисление рН буферной смеси слабой кислоты и ее соли, слабого основания и его соли.
11. Гидролиз соли по катиону, константа гидролиза, рН гидролизующейся соли, степень гидролиза.
12. Гидролиз кислых солей. Константа и степень гидролиза. Вычисление рН раствора кислых солей.
13. Гидролиз соли по аниону. Константа и степень гидролиза. Вычисление рН раствора гидролизующейся соли.
14. Методы титриметрического анализа. Требования к реакциям, используемым в титриметрическом анализе. Способы титрования: метод прямого титрования, обратного титрования и титрования заместителя. Расчеты в этих методах.
15. Кислотно–основное титрование. Кривая титрования слабой кислоты сильным основанием. Расчет скачка титрования. Факторы, влияющие на величину скачка. Индикаторные ошибки.
16. Кривая титрования слабого основания сильной кислотой. Факторы, влияющие на величину скачка. Индикаторные ошибки.
17. Кривая титрования солей многоосновных кислот на примере  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
18. Индикаторы метода нейтрализации. Теория действия индикаторов. Интервал перехода окраски индикатора. Выбор индикатора.
19. Характеристика ацидометрии: рабочие растворы, установочные вещества, определяемые вещества. Определение щелочи, содержание смеси веществ: карбоната и гидрокарбоната, щелочи и гидрокарбоната. Сущность методов, уравнения реакций, расчеты.

20. Характеристика алкалометрии: рабочие растворы, установочные вещества, определяемые вещества. Определение смеси кислот при совместном присутствии, определение содержания азотной кислоты. Сущность методов, уравнения реакций, расчеты.
21. Равновесие в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости комплексов: общие и ступенчатые. Способы выражения констант устойчивости.
22. Среднее лигандное число. Кривая образования. Связь среднего лигандного числа с константами устойчивости и равновесной концентрацией лиганда.
23. Графическое изображение равновесия в растворах комплексов.
24. Комплексометрия. Характеристика рабочих растворов, установочных веществ в комплексометрии. Индикаторы и определяемые вещества.
25. Комплексонометрия. Характеристика комплексонов. Особенности комплексонов как лигандов. Хелатный эффект. Механизм комплексообразования с ЭДТА.
26. Эффективные константы устойчивости, их значение.
27. Кривые комплексонометрического титрования. Расчет скачка титрования. Факторы, влияющие на величину скачка.
28. Равновесие в растворах металл-индикаторов. Механизм их действия. Интервал перехода окраски металл-индикатора.
29. Комплексонометрическое определение кальция и магния при совместном присутствии. Сущность метода, уравнение реакции, расчеты. Влияние рН на скачок титрования солей кальция и магния раствором ЭДТА.
30. Комплексонометрическое определение кобальта (II) и висмута (III) в растворе. Сущность метода, уравнение реакции, расчеты.
31. Окислительно-восстановительные реакции, используемые в анализе. Стандартные и реальные потенциалы. Факторы, влияющие на величину потенциала.
32. Окислительно-восстановительный потенциал, его измерение. Уравнение Нернста для потенциалопределяющих систем.
33. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции, ее значение. Направление окислительно-восстановительных реакций.
34. Оксидиметрия. Сущность оксидиметрических методов, их классификация. Характеристика рабочих растворов окислителей. Характеристика рабочих растворов восстановителей.
35. Кривые оксидиметрического титрования растворов окислителей растворами восстановителей и растворов восстановителей растворами окислителей. Скачок титрования и факторы, влияющие на его величину.
36. Редоксиндикаторы. Механизм их действия. Интервал перехода окраски индикатора. Выбор индикатора. Индикаторные ошибки титрования.
37. Перманганатометрия. Сущность и особенности метода. Особенности  $\text{KMnO}_4$  как рабочего вещества. Установочные вещества. Перманганатометрическое определение окислителей, восстановителей, веществ не изменяющих степень окисления. Сущность метода, уравнения реакций, расчеты.
38. Иодометрия. Особенности рабочих растворов в иодометрии: направление реакций при иодометрических определениях. Установочные вещества и определяемые вещества в иодометрии.
39. Перманганатометрическое определение окисляемости воды. Сущность метода, уравнения реакций, расчеты.

**Часть 2. Физико-химические методы анализа (6 семестр)**

№ п / п	Учебные встречи	Виды самостоятельной работы	Формы отчетности/ контроля	Количество баллов	Рекомендуемый бюджет времени на выполнение (ак.ч.)
1	2	3	4	5	6
1	Основы химической метрологии	Выполнение расчетных заданий по материалам лекций	Контрольная работа	2	4
2	Электрохимические методы анализа	Выполнение расчетных заданий по материалам лекций	Контрольная работа	2	4
3	Атомная спектроскопия	Выполнение расчетных заданий по материалам лекций	Контрольная работа	2	4
4	Молекулярная спектроскопия	Выполнение расчетных заданий по материалам лекций	Контрольная работа	2	4
5	Хроматографические методы анализа	Выполнение расчетных заданий по материалам лекций	Контрольная работа	1	1
6	Анализ конкретных объектов	Поиск информации по заданной теме	Ответы на вопросы для обсуждения	2	2
7	Тенденции развития химического анализа	Подготовка сообщений по заданной теме, электронных презентаций	Публичное выступление, электронная презентация	3	10
8	Лабораторные работы	Обработка результатов измерений, подготовка отчета по лабораторной работе	Отчет в электронном виде с использованием офисного пакета программ	21	21
9	Анализ реальных образцов. Выполнение исследовательского задания	Выбор объекта исследования, методики анализа, обработка	Отчет, доклад, электронная презентация	5	10

		результатов измерений			
10	Подготовка к лекционным занятиям	Поиск информации по заданной теме	Ответы на вопросы для обсуждения	0	10
11	Подготовка к лабораторным занятиям	Ознакомление с теоретическими основами метода, методикой выполнения работы	Расчет результатов анализа, построение таблиц, графиков	0	10
12	Подготовка к промежуточной аттестации	Повторение лекционного материала, расчет и интерпретация результатов анализа	Знание теоретических основ методов анализа, навыки выполнения химического эксперимента и обработки результатов измерений	0	20
13	Итого			40	100

### 3. Требования и рекомендации по выполнению самостоятельных работ обучающихся, критерии оценивания

#### 3.1. Поиск информации, подготовка сообщений и электронных презентаций по заданной теме

Рекомендуемая литература:

1. Барбалат, Ю. А. Основы аналитической химии: практическое руководство: руководство / Ю. А. Барбалат ; под редакцией Ю. А. Золотова [и др.]. — 3-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2021. — 465 с. — ISBN 978-5-906828-21-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176413> (дата обращения: 03.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Основы аналитической химии: задачи и вопросы: руководство / Ю. А. Барбалат, А. В. Гармаш, О. В. Моногарова, Е. А. Осипова; под редакцией Ю. А. Золотова [и др.]. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 416 с. — ISBN 978-5-00101-882-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/151514> (дата обращения: 03.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Основы аналитической химии: В 2 кн.: [Учебник для вузов] / под ред. Золотова Ю. А. Москва: Высшая школа, Б.г. Кн. 2: Методы химического анализа. 2002. 494 с.; ISBN 5-06-003559-X.

1. Золотов Ю. А. Химический анализ для всех, всех, всех. — М.: ГЕОС, 2012. — 232 с.
2. Золотов Ю. А. Введение в аналитическую химию. М.: Лаборатория знаний, 2016. — 263 с.
3. Золотов Ю. А. Самая востребованная химия. — М.: Издательство «Спутник +», 2020. — 248 с.
4. Аналитическая химия: проблемы и подходы. В 2 т: под ред. Р. Кельнера. М.: Мир, 2004. Т. 1—608 с. Т. 2—728 с.
5. Отто М. Современные методы аналитической химии. М.: Техносфера, 2006. — 416 с.



6. Кристиан Г. Аналитическая химия. В 2 т. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. Т. 1-с. Т.2 – 504 с.

7. Тикунова И. В., Шаповалов Н.А., Артеменко А. И. Практикум по аналитической химии и физико-химическим методам анализа. М.: Высшая школа, 2006. – 208 с.

Интернет-ресурсы:

<http://www.rusanalytchem.org>, <http://window.edu.ru>.

Примерные вопросы для обсуждения на лекционных занятиях:

Что такое "аналитический цикл" и из каких стадий он состоит? На каком этапе возникает больше всего погрешностей и почему? Что означают термины "метрология", "метрологические характеристики", "метод анализа", "методика анализа", "погрешность", "неопределенность", "случайная погрешность", "систематическая погрешность", "прецизионность"? Как правильно обработать результаты измерений и что такое "правильность"?

Что является аналитическим сигналом в потенциометрических методах? Какой тип электрохимических ячеек используют при измерении равновесного потенциала? Какие индикаторные электроды используют в прямой потенциометрии? В каких координатах регистрируют кривые потенциометрического титрования? Какими способами находят конечную точку титрования? Каковы преимущества метода потенциометрического титрования по сравнению с традиционными титриметрическими методами?

Что такое удельное сопротивление, удельная электропроводность, эквивалентная электропроводность? Какие факторы влияют на электропроводность раствора? Как изменяется ионный состав раствора в процессе кондуктометрического титрования? Какова особенность электропроводности как аналитического сигнала?

В чем состоит уникальная особенность кулонометрии? Как обеспечить 100 %-ный выход по току в кулонометрии? Дайте определение понятия "электрогенерированный титрант". Какие способы получения электрогенерированного титранта применяются? Какие способы определения конечной точки титрования используются в кулонометрии?

Что является аналитическим сигналом в вольтамперометрии? Чем обусловлена высокая воспроизводимость измерений с использованием ртутного капаящего электрода? Чем обусловлена высокая чувствительность инверсионной вольтамперометрии?

Сравнение методов атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии. Расчет содержания определяемого элемента по результатам атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного анализа.

Какой интервал длин волн отвечает оптическому диапазону? Какие типы переходов в молекуле вызываются поглощением ультрафиолетового, видимого, инфракрасного излучения? В каких единицах измеряются оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения? Какие способы расчета содержания вещества применяются в абсолютной фотометрии и дифференциальной фотометрии?

Качественный и количественный хроматографический анализ. Расшифровка хроматограммы. Методы определения содержания компонентов в различных хроматографических методах.

Оцениваются фактические знания студентов по изучаемой дисциплине, способности к самостоятельному поиску, критическому анализу и осмыслению информации.

Примерные темы сообщений:

1. Интегрированные аналитические системы в химическом анализе.
2. Что означают термины "электронный нос" и "электронный язык"? Примеры применения интеллектуальных сенсорных систем в химическом анализе.
3. Самые значимые научные достижения аналитической химии в XXI веке.
4. Тенденции развития химического анализа.

5. Нобелевские премии в области химии, физики, медицины и физиологии, присужденные за разработку методов химического анализа или за открытия, сделанные с использованием методов химического анализа.

6. Анализ реальных образцов.

7. Химический анализ в медицине.

8. Химический анализ в искусстве.

9. Химия гастрономического творчества.

10. Применение искусственного интеллекта в химическом анализе.

Оценивается умение осуществлять поиск необходимой информации, публичное выступление студента с подготовленным сообщением на заданную или самостоятельно выбранную тему (5–7 минут), визуальное представление информации (электронная презентация, до 10 слайдов), ответы на вопросы.

### 3.2. Выполнение расчетных заданий по материалам лекций

Задача химического анализа состоит в определении качественного и количественного состава анализируемого объекта. В лекционном курсе рассматриваются способы расчета количественного содержания определяемого компонента при выполнении анализа классическими (титриметрические) и инструментальными (электрохимические, спектроскопические, хроматографические) методами, статистическая обработка результатов измерений.

Примеры расчетных заданий:

Основы химической метрологии

1. Для пробы глинозема были получены следующие результаты содержания  $\text{SiO}_2$  (%): 0,062; 0,057; 0,066; 0,068; 0,062; 0,060; 0,046; 0,059; 0,066. Имеются ли промахи в результатах? Рассчитайте среднее и его доверительный интервал при  $P=0,95$ .

2. Оценить качество приготовления буферного раствора с заданным значением  $\text{pH}$  6,40, если при контрольном измерении  $\text{pH}$  приготовленного раствора получен результат:  $6,41 \pm 0,01$  ( $P=0,95$ ,  $n=10$ ). Ответ подтвердите расчетами.

3. При определении натрия в минеральной воде методами ионной хроматографии (I) и пламенной фотометрии (II) получили следующие результаты:

I:  $(6,6 \pm 1,6)$  мкг/мл,  $S^2 = 1,67$ ,  $P=0,95$ ,  $f=4$ ,

II:  $(7,4 \pm 1,9)$  мкг/мл,  $S^2 = 2,43$ ,  $P=0,95$ ,  $f=4$ .

Можно ли для расчета содержания натрия объединить выборки? Если да, рассчитайте среднее и доверительный интервал для объединенной выборочной совокупности.

Электрохимические методы анализа

1. При определении ионов кальция в растворе потенциал Са-селективного электрода в пробе составил 350 мВ. После введения добавок 0,1000 М раствора кальция объемом 1,00 мл, 2,00 мл, 3,00 мл к 50,00 мл анализируемого раствора потенциал ИСЭ составил, соответственно, 357, 361, 364 мВ. Рассчитайте среднее и доверительный интервал содержания Са в пробе (мг/л).

2. Кривая кондуктометрического титрования 20,00 мл смеси соляной и уксусной кислот имеет три линейных участка с уравнениями регрессии:  $y = - 60,5 x + 305$ ;  $y = 28,4 x + 63$ ;  $y = 76,2 x - 353$ . Концентрация титранта  $T(\text{NaOH}) = 0,00400$  г/мл. Рассчитайте содержание кислот в смеси (г/л).

3. Лекарственный препарат, содержащий 200,0 мг витамина С, растворили в мерной колбе вместимостью 50,00 мл. При какой величине постоянного тока следует проводить кулонометрическое титрование аликвоты 1,00 мл электрогенерируемым иодом в присутствии крахмала, чтобы до появления синей окраски затрачивалось не более 100 с?

Спектроскопические методы анализа

1. Спектрофотометрическое определение концентрации фенола в воде проведено методом градуировочного графика, уравнение регрессии  $y = 0,4536 x - 0,0043$ . Значение оптической плотности исследуемой пробы равно 0,514. Определить содержание фенола (мкг/л). Сделать вывод о качестве водного объекта хозяйственно-питьевого назначения, если ПДК фенола в воде 0,001 мг/л.

2. Для выбора условий фотометрирования при определении содержания железа с сульфосалициловой кислотой была снята спектрограмма стандартного раствора с концентрацией 2,00 мг/л железа в кювете толщиной поглощающего слоя 2,00 см. Максимальное значение оптической плотности составило 0,859 при длине 445 нм. Рассчитайте значение среднего молярного коэффициента поглощения.

3. Определение меди в растворе проводили с нитрозо-Р-солью при 490 нм. Три пробы сточной воды по 50,00 мл поместили в мерные колбы на 100,0 мл, внесли необходимые реактивы и измерили оптическую плотность относительно раствора сравнения с концентрацией меди 100 мкг/100 мл. Результат измерения: 0,535. Относительная оптическая плотность стандартного раствора меди с концентрацией 400 мкг/100 мл, измеренная в таких же условиях, составила 0,455. Рассчитайте содержание меди в сточной воде (мг/л).

### **3.3. Подготовка к выполнению лабораторной работы**

При подготовке к лабораторному занятию студент должен изучить лекционный материал, ознакомиться с теоретическими основами метода анализа, усвоить методические указания к выполнению лабораторной работы, назначение используемого оборудования, правила работы на приборах.

К выполнению лабораторной работы студент допускается после допуска – устного опроса по теоретическим и практическим вопросам выполнения данной работы. Перед выполнением практического задания студенту необходимо подготовить к работе приборы, химическую посуду, приготовить необходимые растворы и реактивы.

В процессе репродуктивной лабораторной работы студент выполняет описанные в методических указаниях задания, процедуры, измерения, расчеты. Все данные, полученные студентом в ходе выполнения химического эксперимента, записываются им в лабораторном журнале.

Для проверки качества выполнения аналитических операций и достоверности полученных данных студенту выдается для анализа контрольная проба. Результаты определения содержания вещества в контрольной пробе проверяются преподавателем и инженером лаборатории. Работа считается выполненной, если расхождение между полученным студентом средним содержанием определяемого вещества и действительным значением не превышает допустимую относительную погрешность ( $\pm 5\%$ ). В противном случае студенту выдается новая контрольная проба и химический анализ проводится до получения удовлетворительных результатов.

### **3.4. Выбор объекта исследования, методики анализа, обработка результатов измерений, подготовка отчета по лабораторной работе**

В процессе выполнения учебно-исследовательской лабораторной работы или исследовательского проекта студент под руководством преподавателя выбирает реальный образец для анализа, изучает методы и методики химического анализа, применяемые для анализа данного объекта. После консультации с преподавателем проводит отбор пробы и пробоподготовку, знакомится с инструкцией и получает допуск для работы на приборах. Выполняет все необходимые по методике аналитические процедуры, обрабатывает результаты измерений аналитического сигнала и рассчитывает содержание определяемого вещества.

В отчете по лабораторной работе указываются:

- название лабораторной работы,

- цель работы,
- информация об объекте анализа,
- сущность химических и физических процессов, лежащих в основе данного метода анализа,
- уравнения химических реакций,
- необходимое оборудование и реактивы,
- методика выполнения химического анализа,
- результаты измерений в виде таблиц и графиков,
- методы определения содержания анализируемого вещества,
- приводятся расчетные формулы с пояснениями,
- расчет результатов анализа,
- обработка полученных результатов с применением методов математической статистики, оценка точности выполнения анализа,
- интерпретация полученных результатов и выводы.

Если в ходе проверки отчета будут найдены ошибки, недочеты, студент оперативно вносит необходимые исправления и возвращает отчет преподавателю.

Отчет оформляется в электронном виде с использованием офисного пакета программ, загружается в систему LXP для фиксации и проверки. Отчет по выполненной лабораторной работе должен быть сдан не позднее следующего занятия.

#### **4. Рекомендации по самоподготовке к промежуточной аттестации по дисциплине**

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся в семестре, переводятся в формат традиционной оценки в соответствии со шкалой перевода баллов:

- 60 баллов и менее – «неудовлетворительно»;
- от 61 до 75 баллов – «удовлетворительно»;
- от 76 до 90 баллов – «хорошо»;
- от 91 до 100 баллов – «отлично».

Обучающиеся, не набравшие 61 балла в течение семестра, или не согласные с оценкой, полученной по итогам текущего контроля в семестре, проходят промежуточную аттестацию в форме устного экзамена по билетам, включающим два теоретических вопроса и одну расчетную задачу. Оценивание производится по пятибалльной системе. Теоретические вопросы посвящены основам инструментальных (электрохимических, спектроскопических, хроматографических) методов анализа и их применению в аналитической практике, задачи - методам определения содержания вещества, обработке результатов измерений.

Рекомендации для подготовки к промежуточной аттестации:

- повторить лекционный материал,
- знать теоретические основы и физические принципы методов химического анализа,
- понимать сущность используемых методик анализа,
- знать методы расчета содержания определяемого вещества,
- интерпретировать полученные результаты путем сравнения с нормативами,
- уметь обработать результаты измерений, создавать таблицы, градуировочные графики, рассчитать уравнение регрессии, коэффициент достоверности линейной аппроксимации.

#### **Вопросы к экзамену**

1. Основы инструментальных методов анализа. Химические, физико-химические, физические, биологические методы. Классификация методов, сравнение по метрологическим и аналитическим характеристикам.

2. Абсолютные и относительные, прямые и косвенные методы анализа. Измерение аналитического сигнала. Зависимость аналитического сигнала от количественного состава пробы. Методы определения содержания компонента.

3. Метрологические характеристики методов анализа. Результат анализа как случайная величина. Погрешности химического анализа. Обработка результатов измерений единичной серии и двух выборочных совокупностей методами математической статистики.

4. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация методов. Выбор и сравнение методов анализа, метрологические характеристики и аналитические возможности методов.

5. Потенциометрические методы анализа, сущность и классификация методов. Уравнение Нернста. Электрохимическая ячейка. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы.

6. Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Принципиальная схема установки. Методы определения содержания вещества.

7. Ионметрия. Классификация ионселективных электродов. Стеклоанный электрод. Примеры практического применения ионметрии.

8. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования в реакциях: кислотно-основных, осаждения, окисления-восстановления, комплексообразования. Расчет содержания определяемого вещества.

9. Кондуктометрический анализ, характеристика, особенности, области применения. Прямая кондуктометрия и кондуктометрическое титрование. Виды кривых титрования. Титрование смесей веществ. Расчет содержания вещества.

10. Кулонометрия. Законы Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Расчет количества вещества. Примеры кулонометрических определений.

11. Вольтамперометрия. Основы метода. Получение и характеристика вольтамперной кривой. Полярография. Уравнение Ильковича, Ильковича-Гейровского.

12. Идентификация и количественное определение неорганических и органических соединений методом вольтамперометрии. Современные разновидности вольтамперометрии. Аналитические возможности методов.

13. Амперометрическое титрование. Индикаторные электроды. Виды кривых титрования, расчет количества определяемого вещества.

14. Общая характеристика спектроскопических методов. Спектроскопические методы анализа в гамма-, рентгеновском, оптическом, микроволновом и радиочастотном диапазонах. Регистрация и расшифровка спектров. Характеристики спектральных линий.

15. Атомная спектроскопия. Спектры испускания и спектры поглощения атомов, способы их возбуждения: пламя, дуга, искра, индуктивно-связанная плазма. Спектральные и физико-химические помехи.

16. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Приборы и оборудование, способы регистрации и расшифровки спектров. Положение и интенсивность спектральных линий. Уравнение Ломакина-Шайбе. Качественный и количественный анализ. Методы определения содержания вещества.

17. Атомно-абсорбционная спектроскопия с пламенной и электротермической атомизацией. Условия Уолша. Атомизация пробы, источники атомизации и излучения. Закон атомного поглощения. Методы количественного анализа.

18. Молекулярная оптическая спектроскопия. Классификация методов анализа. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Колебательная спектроскопия. Спектроскопия рассеяния. Аналитические возможности методов.

19. Молекулярная абсорбционная спектроскопия в ультрафиолетовой и видимой областях. Основы метода, прямые и косвенные варианты. Закон Бугера-Ламберта-Бера.

Причины отклонений от основного закона светопоглощения. Выбор оптимальных условий проведения анализа.

20. Методы определения содержания вещества в абсолютной и дифференциальной спектрофотометрии. Примеры практических определений.

21. Спектрофотометрический анализ многокомпонентных систем. Закон Фирордта. Примеры практических определений содержания вещества в двухкомпонентных смесях.

22. Спектрофотометрическое титрование. Вид кривых титрования, расчет содержания вещества. Аппаратура и техника спектрофотометрического анализа.

23. Общая характеристика и классификация хроматографических методов анализа. Газовая, жидкостная, плоскостная хроматография. Подвижные и неподвижные фазы. Способы получения хроматограмм. Хроматографические параметры. Области применения, метрологические характеристики и аналитические возможности методов.

24. Теории хроматографического разделения. Концепция теоретических тарелок, параметры эффективности колонки. Кинетическая теория, уравнение Ван-Деемтера. Эффективность, селективность, разрешение. Выбор оптимальных условий хроматографирования.

25. Газовая хроматография. Основы метода и области применения газовой хроматографии. Приборы и техника регистрации хроматограмм, газохроматографические детекторы. Качественный и количественный анализ, методы идентификации и определения содержания компонентов.

26. Анализ конкретных объектов. Стадии аналитического цикла. Выбор метода, методики, оптимальных условий проведения анализа. Отбор и подготовка пробы к анализу. Примеры практических определений компонентов в объектах окружающей среды, технических материалах, пищевых продуктах, фармацевтических препаратах методами химического анализа.