

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 14.04.2026 16:07:17 Уникальный программный ключ: 04c19ed8bfb98f3b6cb77a486b9a8788b87a37233	Рабочая программа дисциплины "Лабораторный практикум по ионометрии и органическим реагентам" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профиль) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

### Лабораторный практикум по ионометрии и органическим реагентам

Направление подготовки (специальность)

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль)

Фундаментальная и прикладная химия

Присваиваемая квалификация (степень)

Химик. Преподаватель химии.

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная дисциплина включает в себя три курса: «Ионометрия», «Органические реагенты», «Методы разделения и концентрирования». Изучение данной дисциплины имеет большое значение в аналитической химии. Целью преподавания дисциплины является обучение специалистов теории и практике использования химических методов разделения и концентрирования при анализе широкого круга объектов, включающих неорганические, органические и биологические системы. Ионометрия расширяет экспертность анализов, снижает пределы обнаружения и повышает точность и надежность анализа. Во многих реакциях органических реагентов с неорганическими ионами появляется заметная окраска или флуоресценция, это позволяет качественно и количественно, используя современные спектрофотометрические, хроматографические приборы, расширить порог определения многих элементов. Способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов компетенции:

УК-3.3. Демонстрирует понимание результатов работы команды и личных действий в ней.

ПК-1.1. Составляет общий план исследования и детальные планы его отдельных стадий.

УК-10.3. Имеет представление о содержании понятий «экстремизм», «терроризм», основных формах их проявления и последствиях

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП:

Б1.В.1.ДВ.01.01.02

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Изучению дисциплины должно предшествовать получение студентами знаний по таким дисциплинам основной программы, как математика, физика, неорганическая, органическая, аналитическая и физическая химия

Физика

Аналитическая химия

Математика

Информатика

Органическая химия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Дисциплина "Лабораторный практикум по физической химии" закладывает основы для дальнейшего изучения ряда дисциплин.

Производственная практика (педагогическая практика)

Производственная практика (преддипломная практика)

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**УК-3: Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели**

**Знать:**

Понимает типологию и факторы формирования команд, лидерства и способов социального взаимодействия.

**Уметь:**

Демонстрирует способность разрабатывать командную стратегию для достижения поставленной цели.

**Владеть:**

Имеет необходимые навыки организации и руководства работой команды.

**ПК-1: Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией наук**

**Знать:**

Фундаментальные законы химии и основные свойства наиболее важных неорганических соединений, используемых в практике.



Рабочая программа дисциплины "Лабораторный практикум по ионометрии и органическим реагентам" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 4

**Уметь:**

Ставить цель исследования, использовать свойства химических веществ для научных и практических целей, воспроизводить методики различного анализа.

**Владеть:**

Навыками работы с химическими реактивами, посудой и приборами. Основными методами наблюдения и обработки измерений.

**УК-10: Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности**

**Знать:**

понятия «экстремизм», «терроризм», "коррупционное поведение"

**Уметь:**

противодействовать проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению

**Владеть:**

формами проявлений и последствий терроризма, экстремизма и коррупционного поведения.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	Основные понятия и законы химии, методы синтеза и анализа химических веществ, принцип работы стандартных лабораторных приборов; принципы корректного представления результатов анализа.
3.1.2	Основные способы мониторинга информации, системного анализа критической ситуации.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	Применять основные законы химии, выполнять основные операции, выполняемые при синтезе и анализе химических соединений; использовать основные законы статистики, делать выводы.
3.2.2	Использовать критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения проблемной ситуации и построения обобщенной модели.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	Основными методами и методиками анализа органических и неорганических веществ; навыками работы с основными компьютерными программами обработки и представления результатов анализа.
3.3.2	Способность анализировать проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, оценивать практические последствия реакции действий по разрешению проблемной ситуации.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>5 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 180	Виды контроля в семестрах: зачеты 7, 8, 9
в том числе :	
аудиторные занятия : 88	
самостоятельная работа : 91,4	
: контактная работа: 88,6 ИКР: 0,6	

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Ионометрия</b>			
1.1	Введение в предмет /Лаб/	7	4	
1.2	Работа с натрийселективным электродом /Лаб/	7	4	Л1.1
1.3	Работа с фторидселективным электродом /Лаб/	7	4	Л1.1
1.4	Работа с йодидселективным электродом /Лаб/	7	4	Л1.1
1.5	Работа с аммиачным газовым сенсором /Лаб/	7	4	Л1.1



Рабочая программа дисциплины "Лабораторный практикум по ионометрии и органическим реагентам" по направлению подготовки (специальности) 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" направленности (профилю) Фундаментальная и прикладная химия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 5

1.6	Работа с кадмиевым электродом /Лаб/	7	4	Л1.1
1.7	Работа с железоселективным электродом /Лаб/	7	4	
1.8	Работа с хромселективным электродом /Лаб/	7	4	Л1.1
1.9	Сдача преподавателю лабораторных работ /Лаб/	7	2	
1.10	Коллоквиум /Лаб/	7	2	
1.11	Подготовка отчетов по лабораторным работам /Ср/	7	35,8	Л1.1
<b>Раздел 2. Органические реагенты</b>				
2.1	Введение в предмет /Лаб/	8	1	
2.2	Определение аскорбиновой кислоты в лекарственных препаратах /Лаб/	8	2	Л2.7
2.3	Сравнение двух вариантов определения никеля с диметилглиоксимом /Лаб/	8	4	Л2.7
2.4	Использование метода добавок для фотометрического определения железа (III) в солях никеля /Лаб/	8	2	Л2.7
2.5	Фотометрическое определение салициловой кислоты или ее производных в лекарственных препаратах методом добавок /Лаб/	8	2	Л2.7
2.6	Фотоколориметрический метод определения содержания хрома в стали с дифенилкарбазидом /Лаб/	8	2	Л2.7
2.7	Фотометрическое определение массовой доли подвижного фосфора в органических удобрениях, грунтах и осадках сточных вод /Лаб/	8	2	Л2.7
2.8	Определение железа в питьевой воде спектрофотометрическим методом с использованием 1,10-фенантролина (о-фенантролина) /Лаб/	8	2	Л2.7
2.9	Сдача преподавателю лабораторных работ /Лаб/	8	0,5	
2.10	Коллоквиум /Лаб/	8	0,5	
2.11	Подготовка к сдаче лабораторных работ по органическим реагентам /Ср/	8	4,1	
2.12	Комплексообразующие свойства ОР. Аналитическая избирательность реакций комплексообразования. Факторы, определяющие прочность комплексных соединений. Влияние иона металла. Влияние лиганда. Нехелатообразующие реагенты-красители. Взаимосвязь растворимости реагентов и координационных соединений с их составом и строением. /Ср/	8	4,7	
2.13	Взаимодействие излучения с веществом. Энергетические переходы в атомах и молекулах. Атомные спектры. Молекулярные спектры. Диаграмма энергетических уровней органической молекулы. Люминисцентный анализ. Атомные спектрохимические методы анализа /Ср/	8	5	
2.14	Анализ 2-х и многокомпонентных систем. СПФ-ий анализ 2-х компонентных систем. СПФ-ое титрование. Дифференциальная СПФ-ия. Абсолютные ФМ-ие методы анализа в присутствии мешающих компонентов. Производная СПФ-ия /Ср/	8	4	
<b>Раздел 3. Методы разделения и концентрирования</b>				
3.1	Введение в предмет /Лаб/	9	2	
3.2	Определение полной динамической емкости катионита /Лаб/	9	4	Л1.1Л2.1 Л2.4 Л2.7
3.3	Определение никеля и борной кислоты в электролите после хроматографического разделения на катионите /Лаб/	9	4	Л2.2 Л2.3 Л2.7
3.4	Фотометрическое определение меди, цинка после их предварительного хроматографического разделения на анионите /Лаб/	9	4	Л1.1Л2.5 Л2.7 Л2.8
3.5	Фотометрическое определение фосфора в виде молибдатованадатофосфорной кислоты после предварительного осаждения фосфора на гидроксиде алюминия /Лаб/	9	4	Л2.2 Л2.6 Л2.7



3.6	Прямое фотометрическое определение фтора с ализаринкомплексонатом лантана в технологической воде после соосаждения мешающих компонентов пробы на смешанном коллекторе. /Лаб/	9	4	Л2.2 Л2.6 Л2.7
3.7	Фотометрическое определение кремния в виде кремнемолибденовой сини после предварительного соосаждения кремния на гидроксиде железа /Лаб/	9	4	Л2.6 Л2.7
3.8	Экстрационно-фотометрическое определение меди в природных водах с использованием диэтилдитиокарбомата свинца /Лаб/	9	4	Л2.2 Л2.6 Л2.7
3.9	Сдача преподавателю лабораторных работ /Лаб/	9	2	
3.10	Коллоквиум /Лаб/	9	2	
3.11	Подготовка к сдаче лабораторных работ по методам разделения и концентрирования /Ср/	9	37,8	
<b>Раздел 4. Иная контактная работа</b>				
4.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	7	0,2	
4.2	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	8	0,2	
4.3	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	9	0,2	

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по лабораторным работам  
Собеседование  
Зачет

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Примерные вопросы для защиты отчетов:

1. Перечислите основные электрохимические методы анализа (ЭМА).
2. Какие физические параметры используются в качестве аналитических сигналов в электрохимических измерениях?
3. Какова цель аналитических измерений, проводимых с помощью ЭМА?
4. С какой точностью выполняются электрохимические измерения?
5. Какие электрохимические методы характеризуются высокой селективностью?
6. Какой электрохимический метод позволяет одновременно определить качественный и количественный состав системы?
7. Назовите электрохимические методы анализа, в которых используются химические сенсоры (датчики).
8. На чем основаны методики прямых электрохимических измерений?
9. Перечислите прямые методы анализа, используемые в электрохимических измерениях?
10. В чем преимущество электрохимических методов по сравнению с оптическими методами анализа?
11. От чего зависит степень поляризации электрода?
12. Перечислите основные виды поляризации электродов. Какова их природа?
13. Перечислите основные достоинства потенциметрических методов анализа.
14. Какова точность и чувствительность потенциметрического анализа?
15. Укажите основные недостатки потенциметрических методов анализа.
16. На чем основаны методы потенциметрического анализа?
17. Реакции маскирования и демаскирования.
18. Характеристика неводных растворителей и их влияние на протолитические равновесия ОР.
19. Какими лимитирующими стадиями определяется скорость экстракции. Перечислить химические реакции, которые могут определять скорость достижения экстракционного равновесия. 20. Уравнение Ирвинга. Что такое кинетические кривые и для чего их получают.

Примерные вопросы для собеседования №1.

1. Понятие о электрохимических реакциях.
2. Электрохимическая ячейка.



3. Равновесный потенциал.
4. Поляризация и перенапряжение.
5. Форма поляризационной кривой при наличии массопереноса. Уравнения теории массопереноса.
6. Теория замедленного заряда.
7. Электродные процессы в условиях линейной диффузии.
8. Определение ионометрии.
9. Полуэмпирическое уравнение Никольского-Эйзмана.
10. Какие составляющие включены в мембранный потенциал.
11. Что является количественной мерой селективности электрода.
12. Какими методами определяют коэффициент селективности.
13. Что такое метод Мак-Иннеса.
14. Теория Дебая -Хюккеля для электролитов другой валентности.
15. Расчет коэффициентов активности индивидуальных ионов по уравнению второго приближения Дебая-Хюккеля.
16. Какой прием используют аналитики, чтобы следить за концентрацией анализируемого раствора.
17. На чем основана работа ионометров и рН-метров.
18. Правила обращения с электродами.
  - a. Общие правила.
  - b. С твердыми гомогенными электродами.
  - c. С жидкостными электродами.
  - d. С газочувствительными электродами.
  - e. С хлорсеребряным электродом.
  - f. С электродами сравнения с двойным электрическим мостиком.
19. Как проводить определение содержания иона при измерениях на пределе обнаружения.
20. Метод добавки при известной крутизне электродной функции.
21. Метод добавки анализируемого раствора к стандартному.
22. Метод двойной стандартной добавки.
23. Метод стандартной добавки и последующего разведения.
24. Метод известного удаления.
25. Метод множественных добавок Грана.
26. Функциональные и аналитико-активные группы (ФАГ и ААГ).
27. Равновесие в растворах комплексов.
28. Реакции маскирования и демаскирования.
29. Характеристика неводных растворителей и их влияние на протолитические равновесия ОР.
30. Распределение последовательно образующихся комплексов в растворе, устойчивость комплексов, расчет равновесных концентраций.
31. Индикаторы.
32. Хелатообразующие реагенты. Хелатный эффект.
33. Какими свойствами должны обладать ОР, используемые в коллометрических измерениях.
34. Использование ОР, обладающих окислительно-восстановительными свойствами.
35. Буферные растворы, их свойство и аналитическое применение.

Примерные вопросы для собеседования №2.

1. Оптические свойства и применение нехелатообразующих органических реагентов-красителей.
2. Применение ПАВ и органических растворителей в атомно-адсорбционной спектроскопии.
3. Сущность дифференциальной фотометрии и выбор раствора сравнения.
4. Достоинства и недостатки метода добавок, в сравнении с использованием градуировочного графика.
5. Расчет констант ионизации органических реагентов методом потенциометрии.
6. Свойства сульффталеиновых индикаторов.
7. Протолитические равновесия в водных растворах.
8. Количественные характеристики экстракционных процессов. Вывод равновесной константы распределения через энергию Гиббса. Изотерма распределения
9. Равновесие при экстракции внутрикомплексных соединений. Равновесие при экстракции ионных ассоциатов
10. Какими лимитирующими стадиями определяется скорость экстракции. Перечислить химические реакции, которые могут определять скорость достижения экстракционного равновесия.
11. Уравнение Ирвинга. Что такое кинетические кривые и для чего их получают.
12. Классификация экстракционных процессов по типу экстрагента и механизм их взаимодействия с веществами. Функциональные группы экстрагентов.
13. Классификация экстракционных процессов по типу и группам экстрагирующихся соединений. Соединения – неионизованные.



14. Классификация экстракционных процессов по типу и группам экстрагирующихся соединений. Ионные ассоциаты.
15. Способы осуществления экстракции. Основные уравнения. Нарисовать схему противоточной экстракции.
16. Методы испарения
17. На чем основаны методы дистилляции. Уравнения для относительной летучести, коэффициента распределения. Уравнение Клайперона-Клаузиса. Приближенное уравнение для определения относительной летучести через температуры кипения. Понятие о ректификации. Уравнение для расчета числа теоретических тарелок.
18. Схемы стационарного разделения концентрации диффундирующих веществ в процессе диализа. Инертные, селективные и селективно-проницаемые мембраны. Что является мерой селективности мембран. Уравнения величины диализного потока для селективных мембран.
19. Понятие пассивный транспорт, активный перенос, реакционные мембраны.
20. Понятие электродиализа. Уравнения для миграционного потока через мембрану. Применение жидких реакционных мембран при электродиализе. Схемы построения жидких мембран. Донновский диализ.
21. Электроосмос и электрофильтрация. Механизм удерживания ионных примесей при электроосмосе. Что положено в основу методик электроосмотического концентрирования анионных и катионных форм элементов в крайне разбавленных растворах. Понятие электрофильтрации.
22. Барометрические методы. Что лежит в основе барометрических методов. В чем различия процессов обратного осмоса, ультрафильтрации и микрофильтрации. Концепция возможного механизма обратного осмотического процесса.
23. Процесс ультрафильтрации. Требования к мембранам. Понятие об электроосмофильтрации. Практическое использование барометрических методов.
24. Электромиграционный метод – электрофорез и др. Коэффициент селективности. Основные направления повышения эффективности разделения. Понятия электрофоретической подвижности. Сущность метода электромиграционной изоэлектрической фокусировки. Метод ионной границы.
25. Способы получения хроматограмм. В чем преимущество элюентной хроматографии перед фронтальной и вытеснительной.
26. Какие величины характеризуют эффективность хроматографической колонки? Как ее повысить?
27. Кинетическая теория хроматографии.
28. Оценка размывания хроматографической полосы. Селективность и разрешение.
29. Методы расчета хроматограмм.
30. Газовая хроматография.
31. Жидкостная хроматография.
32. Распределительная хроматография.
33. Ионнообменная хроматография.
34. Особенности методов ионной, ионно-парной, лигандообменной хроматографии.
35. Эксклюзионная хроматография.
36. Механизмы соосаждения неорганических и органических коллекторов. Приемы соосаждения.

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Примерные вопросы для зачета:

1. Понятие о электрохимических реакциях.
2. Электрохимическая ячейка.
3. Равновесный потенциал.
4. Поляризация и перенапряжение.
5. Форма поляризационной кривой при наличии массопереноса. Уравнения теории массопереноса.
6. Теория замедленного заряда.
7. Электродные процессы в условиях линейной диффузии.
8. Определение ионометрии.
9. Полуэмпирическое уравнение Никольского-Эйзмана.
10. Какие составляющие включены в мембранный потенциал.
11. Что является количественной мерой селективности электрода.
12. Какими методами определяют коэффициент селективности.
13. Что такое метод Мак-Иннеса.
14. Теория Дебая -Хюккеля для электролитов другой валентности.
15. Расчет коэффициентов активности индивидуальных ионов по уравнению второго приближения Дебая-Хюккеля.
16. Какой прием используют аналитики, чтобы следить за концентрацией анализируемого раствора.
17. На чем основана работа ионометров и рН-метров.
18. Правила обращения с электродами.
  - a. Общие правила.



- b. С твердыми гамогенными электродами.
- c. С жидкостными электродами.
- d. С газочувствительными электродами.
- e. С хлорсеребрянным электродом.
- f. С электродами сравнения с двойным электрическим мостиком.
- 19. Как проводить определение содержания иона при измерениях на пределе обнаружения.
- 20. Метод добавки при известной крутизне электродной функции.
- 21. Метод добавки анализируемого раствора к стандартному.
- 22. Метод двойной стандартной добавки.
- 23. Метод стандартной добавки и последующего разведения.
- 24. Метод известного удаления.
- 25. Метод множественных добавок Грана.
- 26. Функциональные и аналитико-активные группы (ФАГ и ААГ).
- 27. Равновесие в растворах комплексов.
- 28. Реакции маскирования и демаскирования.
- 29. Характеристика неводных растворителей и их влияние на протолитические равновесия ОР.
- 30. Распределение последовательно образующихся комплексов в растворе, устойчивость комплексов, расчет равновесных концентраций.
- 31. Индикаторы.
- 32. Хелатообразующие реагенты. Хелатный эффект.
- 33. Какими свойствами должны обладать ОР, используемые в коллометрических измерениях.
- 34. Использование ОР, обладающих окислительно-восстановительными свойствами.
- 35. Буферные растворы, их свойство и аналитическое применение.
- 36. Оптические свойства и применение нехелатообразующих органических реагентов-красителей.
- 37. Применение ПАВ и органических растворителей в атомно-адсорбционной спектроскопии.
- 38. Сущность дифференциальной фотометрии и выбор раствора сравнения.
- 39. Достоинства и недостатки метода добавок, в сравнении с использованием градуировочного графика.
- 40. Расчет констант ионизации органических реагентов методом потенциометрии.
- 41. Свойства сульфоталеиновых индикаторов.
- 42. Протолитические равновесия в водных растворах.
- 43. Количественные характеристики экстракционных процессов. Вывод равновесной константы распределения через энергию Гиббса. Изотерма распределения
- 44. Равновесие при экстракции внутрикомплексных соединений. Равновесие при экстракции ионных ассоциатов
- 45. Какими лимитирующими стадиями определяется скорость экстракции. Перечислить химические реакции, которые могут определять скорость достижения экстракционного равновесия. 46. Уравнение Ирвинга. Что такое кинетические кривые и для чего их получают.
- 47. Классификация экстракционных процессов по типу экстрагента и механизм их взаимодействия с веществами. Функциональные группы экстрагентов.
- 48. Классификация экстракционных процессов по типу и группам экстрагирующихся соединений. Соединения – неионизованные.
- 49. Классификация экстракционных процессов по типу и группам экстрагирующихся соединений. Ионные ассоциаты.
- 50. Способы осуществления экстракции. Основные уравнения. Нарисовать схему противоточной экстракции.
- 51. Методы испарения
- 52. На чем основаны методы дистилляции. Уравнения для относительной летучести, коэффициента распределения. Уравнение Клайперона-Клаузиса. Приближенное уравнение для определения относительной летучести через температуры кипения. Понятие о ректификации. Уравнение для расчета числа теоретических тарелок.
- 53. Схемы стационарного разделения концентрации диффундирующих веществ в процессе диализа. Инертные, селективные и селективно-проницаемые мембраны. Что является мерой селективности мембран. Уравнения величины диализного потока для селективных мембран.
- 54. Понятие пассивный транспорт, активный перенос, реакционные мембраны.
- 55. Понятие электродиализа. Уравнения для миграционного потока через мембрану. Применение жидких реакционных мембран при электродиализе. Схемы построения жидких мембран. Донновский диализ.
- 56. Электроосмос и электрофильтрация. Механизм удерживания ионных примесей при электроосмосе. Что положено в основу методик электроосмотического концентрирования анионных и катионных форм элементов в крайне разбавленных растворах. Понятие электрофильтрации.
- 57. Барометрические методы. Что лежит в основе барометрических методов. В чем различия процессов обратного осмоса, ультрафильтрации и микрофильтрации. Концепция возможного механизма обратного осмотического процесса.
- 58. Процесс ультрафильтрации. Требования к мембранам. Понятие об электроосмотической ультрафильтрации. Практическое



использование барометрических методов.

58. Электромиграционный метод – электрофорез и др. Коэффициент селективности. Основные направления повышения эффективности разделения. Понятия электрофоретической подвижности. Сущность метода электромиграционной изоэлектрической фокусировки. Метод ионной границы.

59. Способы получения хроматограмм. В чем преимущество элюентной хроматографии перед фронтальной и вытеснительной.

60. Какие величины характеризуют эффективность хроматографической колонки? Как ее повысить?

61. Кинетическая теория хроматографии.

62. Оценка размывания хроматографической полосы. Селективность и разрешение.

63. Методы расчета хроматограмм.

64. Газовая хроматография.

65. Жидкостная хроматография.

66. Распределительная хроматография.

67. Ионнообменная хроматография.

68. Особенности методов ионной, ионно-парной, лигандообменной хроматографии.

69. Эксклюзионная хроматография.

70. Механизмы соосаждения неорганических и органических коллекторов. Приемы соосаждения.

#### 6.4. Критерии оценивания

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения и выполнение обязательных лабораторных занятий, знаний теоретического раздела программы по дисциплине.

Для получения зачета необходимо выполнить лабораторные работы, предусмотренные дисциплиной, подготовить отчеты по выполненным лабораторным работам, успешно ответить на вопросы собеседования.

Критерии оценивания письменного опроса. Для сдачи письменного опроса студент должен дать развернутый, правильный ответ на два вопроса из списка вопросов к письменному опросу.

Критерии оценивания устного опроса. Для сдачи устного опроса студент должен дать развернутый правильный ответ на один из вопросов из списка для опросов. Устный опрос проводится преподавателем. Студенту предоставляется время на подготовку ответа.

Собеседование – средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде беседы преподавателя с обучающимися.

Качество усвоения знаний завершается зачетом.

### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Мовчан И. Н., Горбунова Т. С., Евгеньева И. И., Романова Р. Г.	Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259010">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259010</a> )	Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2013	ЭБС

##### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Бёккер Ю.	Спектроскопия: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=88994</a> )	Москва : РИЦ Техносфера, 2009	ЭБС
Л2.2	Москвин Л. Н., Родинков О. В.	Методы разделения и концентрирования в аналитической химии: [учебник]	Долгопрудный: Интеллект, 2012	
Л2.3	Москвин Л. Н., Царицына Л. Г.	Методы разделения и концентрирования в аналитической химии	Москва : Химия, 1991	



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.4	Мицуике А.	Методы концентрирования микроэлементов в неорганическом анализе: Пер. с англ.	Москва : Химия, 1986	
Л2.5	Золотов Ю. А., Кузьмин Н. М.	Концентрирование микроэлементов	Москва : Химия, 1982	
Л2.6	Барбалат Ю. А., Брыкина Г. Д., Гармаш А. В., Долманова И. Ф., Золотов Ю. А.	Основы аналитической химии: практическое руководство : учебное пособие для вузов	Москва : Высшая школа, 2001	
Л2.7	Руденко Э. И., Рогулин В. В.	Методы разделения и концентрирования в аналитической химии: Методические указания к лабораторным работам	Челябинск : Б. и., 2005	
Л2.8	Другов Ю. С., Родин А. А.	Газохроматографический анализ загрязненного воздуха: практическое руководство	Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний , 2006	

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Web of Science : мультисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ( <a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a> ) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный. <a href="http://www.elibrary.ru">http://www.elibrary.ru</a>
Э3	Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a> . – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный. <a href="https://www.scopus.com">https://www.scopus.com</a>
Э4	Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – СанктПетербург, 2009 – . – URL: <a href="https://www.prlib.ru/">https://www.prlib.ru/</a> . – Текст : электронный. <a href="https://www.prlib.ru/">https://www.prlib.ru/</a>
Э5	Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a> . – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный. <a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

WinDjView

LibreOffice

OpenOffice

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
2. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.
3. Президентская библиотека (<https://www.prlib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – СанктПетербург, 2009 – . – URL: <https://www.prlib.ru/>. – Текст : электронный.
4. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.



## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для реализации дисциплины используются учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа: Лаборатория физико-химических методов анализ ауд. 318.

Основное оборудование:

Фотоколориметры КФК-2, КФК-2МП, КФК-3; Спектрофотометр ПЭ-5300В; рН-метр милливольтметр рН-150; Печь муфельная СНОЛ-1625; Стерилизатор СВА-40; Холодильник «Орск-408»; Центрифуга лабораторная; Ионометрическая лаборатория «Эксперт 001»; Иономер универсальный «Эксперт 001»; Магнитная мешалка; Плитки нагревательные электрические; Титропроцессор «Metrohm 686»; Компьютер для работ с деловыми и аналитическими программами; Водяная баня двухместная ЛТ-2, весы электронные ВЛТ-150, стерилизатор СВА-40, центрифуга лабораторная, магнитная мешалка.

Программное обеспечение:

MSWindowsXPProfessionalSP2 для ВУЗов. Лицензии бессрочные. Гос. Контракт № 300 от 08.10.2008 г., MSOffice 2007. Лицензии бессрочные. Лицензия № 44664774 от 09.04.2008г., ПО «Антивирус Касперского» Лицензионный договор № 1013/К-2773 от 11.12.2017г (454000, Россия, Челябинская область, г. Челябинск, ул. Молодогвардейцев, д. 70-б).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Эффективность освоения учебной дисциплины в значительной мере зависит от содержания и постановки лабораторного практикума. Лабораторный практикум должен дать студенту правильное понимание взаимосвязи между теорией и практикой эксперимента, закрепить теоретические знания и привить навыки в научной работе с использованием современного оборудования.

Проведению лабораторных занятий предшествует постановка соответствующего практикума на кафедре, написание и издание методических указаний для выполнения лабораторных работ по дисциплине. В них содержатся общие указания к практическим работам, теоретическое введение по каждой работе, подробные пошаговые инструкции по практическому выполнению работ, приготовлению необходимых реактивов, алгоритмам расчетов. В конце работ приводятся вопросы для самоконтроля и коллоквиумов, расчетные задачи для самостоятельного решения.

На вводном занятии преподаватель проводит инструктаж студентов по охране труда и по пожарной безопасности для работающих в химических лабораториях. Все это оформляется в специальном журнале регистрации инструктажа на рабочем месте.

Прежде чем студент приступит к выполнению лабораторной работы, преподаватель должен принять у него допуск к ее выполнению. Для этого студенту необходимо ознакомиться со следующими рекомендациями:

1. По методическим указаниям внимательно прочитать все, что касается предложенной работы, и постараться понять целесообразность проведения отдельных операций и стадий.
2. Прежде чем проводить измерения на приборах, необходимо внимательно прочитать инструкции к приборам.
3. Сдать преподавателю зачет на готовность к проведению лабораторной работы и получить от него разрешение на ее проведение.
4. По окончании работы необходимо выключать приборы, вымыть химическую посуду, рабочее место привести в порядок и сдать лаборанту.

Преподаватель должен принять результаты проведенной работы. Если он не принимает результаты измерений и расчетов, работа считается не выполненной студентом.

После принятия результатов текущей работы студенты представляют преподавателю отчеты и защищают ранее выполненные работы. Без сдачи отчетов и защиты предыдущих работ они не допускаются к последующим занятиям. Основные цели, преследуемые при выполнении лабораторных и расчетных работ, состоят в том, чтобы познакомить студентов с некоторыми экспериментальными и математическими методами дисциплины, помочь глубже и конкретнее разобраться в теоретических закономерностях, научить студента некоторым практическим навыкам при выполнении простейших исследований и грамотной обработке результатов эксперимента.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п.

Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы



осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.  
При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.  
Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применяться компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

#### **10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебных аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

