

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Заболотный, Глеб Иванович  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 23.08.2023 13:57:58  
Уникальный программный ключ:  
476db7d4accb36ef8130172be235477473d63457266ce26b7e9e40f733b8b08

**МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Самарский государственный технический университет»**  
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор филиала ФГБОУ ВО  
"СамГТУ" в г. Новокуйбышевске

\_\_\_\_\_ / Г.И. Заболотни

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.03.10 «Инструментальные методы химического анализа»**

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль)</b>	Технология химических производств
<b>Квалификация</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Год начала подготовки</b>	2021
<b>Институт / факультет</b>	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	72 / 2
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет

### **Б1.О.03.10 «Инструментальные методы химического анализа»**

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **18.03.01 Химическая технология**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 922 от 07.08.2020 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Доцент, кандидат химических  
наук

\_\_\_\_\_  
(должность, степень, ученое звание)

О.В Хабибрахманова

\_\_\_\_\_  
(ФИО)

Заведующий кафедрой

О.В. Хабибрахманова,  
кандидат химических наук

\_\_\_\_\_  
(ФИО, степень, ученое звание)

### **СОГЛАСОВАНО:**

Председатель методического совета  
факультета / института (или учебно-  
методической комиссии)

\_\_\_\_\_  
(ФИО, степень, ученое звание)

Руководитель образовательной  
программы

О.В. Хабибрахманова,  
кандидат химических наук

\_\_\_\_\_  
(ФИО, степень, ученое звание)

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	4
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	5
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	5
4.1 Содержание лекционных занятий .....	6
4.2 Содержание лабораторных занятий .....	7
4.3 Содержание практических занятий .....	8
4.4. Содержание самостоятельной работы .....	9
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) .....	9
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения .....	11
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем .....	11
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	12
9. Методические материалы .....	12
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) .....	14

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности в химической технологии	Владеть навыками работы на различных аналитических установках и приборах; методиками проведения анализов и расчета результатов с использованием современных инструментальных средств
			Знать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики при проведении инструментальных методов химического анализа
			Уметь применять знания о теоретических основах процессов химической технологии в профессиональной деятельности при проведении инструментального химического анализа; контролировать качество выпускаемой продукции с использованием типовых и современных методов инструментального анализа

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **обязательная часть**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины

ОПК-2	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа; Информатика и информационные технологии; Математика; Общая и неорганическая химия; Органическая химия; Основы технического регулирования и управления качеством; Прикладная механика; Учебная практика: технологическая (проектно-технологическая) практика; Физика; Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии; Электротехника и электроника	Катализ в химической технологии; Коллоидная химия; Материальные и тепловые расчеты	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
-------	---	--	--

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	5 семестр часов / часов в электронной форме
<b>Аудиторная контактная работа (всего),</b> в том числе:	64	64
Лабораторные работы	24	24
Лекции	16	16
Практические занятия	24	24
<b>Самостоятельная работа (всего),</b> в том числе:	8	8
подготовка к зачету	2	2
подготовка к лабораторным работам	2	2
подготовка к практическим занятиям	2	2
составление конспектов	2	2
<b>Итого: час</b>	72	72
<b>Итого: з.е.</b>	2	2

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов

1	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	4	8	8	2	22
2	Электрохимические методы анализа	6	8	8	2	24
3	Хроматографические методы анализа	6	8	8	4	26
4	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	2	0	0	26	28
5	Электрохимические и хроматографические методы анализа	2	0	2	38	42
	<b>Итого</b>	20	24	26	72	142

#### 4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>5 семестр</b>				
1	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	Классификация физико-химических методов анализа	Классификация физико-химических методов анализа. Общая характеристика методов. Молекулярная спектро-скопия. Основные законы поглощения. Закон Бугера-Ламберта. Закон Бера. Объединенный закон. Следствия из основного закона. Причины отклонений от основного закона на светопоглощения.	2
2	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	Методы инструментального анализа	Рефрактометрический метод анализа. Основы метода анализа. Рефрактометры. Применение. Поляриметрический метод анализа. Основы метода. Поляриметры. Область применения поляриметрии.	2
3	Электрохимические методы анализа	Потенциометрический анализ	Теоретические основы потенциометрии. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Потенциометрическое титрование. Приборы. Применение метода	2
4	Электрохимические методы анализа	Кондуктометрия	Прямая кондуктометрия. Удельная, эквивалентная электропроводность. Кондуктометрическое титрование. Приборы и техника измерений	2
5	Электрохимические методы анализа	Кулонометрия	Кулонометрия. Основные закономерности метода. Законы Фарадея. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Преимущества и ограничения метода кулонометрического титрования	2
6	Хроматографические методы анализа	Классификация хроматографических методов	Основные принципы метода. Классификация хроматографических методов. Применение метода. Теоретические основы хроматографии	2
7	Хроматографические методы анализа	Газовая хроматография	Газовая хроматография. Газоадсорбционная хроматография. Газожидкостная хроматография. Основные узлы газового хроматографа	2

8	Хроматографические методы анализа	Масс-спектрометрия	Применение масс-спектрометрии. Аналитическая характеристика метода. Применение метода масс-спектрометрии для целей идентификации углеводов	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>16</b>
<b>Итого:</b>				<b>16</b>

#### 4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>5 семестр</b>				
1	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	Фотометрическое определение марганца и хрома при их совместном присутствии	Классификация оптических методов анализа. Метод фотометрического определения элементов. Группа спектральных методов анализа. Спектры поглощения.	2
2	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	Фотометрическое определение марганца и хрома при их совместном присутствии	Абсорбционная спектроскопия. Спектры поглощения. Основной закон светопоглощения (закон Ламберта – Бугера – Бера). Отклонения от закона Ламберта – Бугера – Бера.	2
3	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	Рефрактометрический метод анализа	Принцип действия рефрактометра. Рефрактометрическое определение состава смеси ацетон-бензол	2
4	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	Рефрактометрический метод анализа	Рефрактометрическое определение состава смеси глицерин-вода. Определение зависимости показателя преломления водного раствора глицерина от концентрации.	2
5	Электрохимические методы анализа	Фотоэлектроколориметрические методы анализа	Фотометрическое определение железа в водном растворе с помощью фотоэлектроколориметра. Фотометрическое определение концентрации вещества в растворе.	2
6	Электрохимические методы анализа	Фотоэлектроколориметрические методы анализа	Получение градуировочной зависимости. Концентрация стандартного раствора. Концентрация рабочего раствора	2
7	Электрохимические методы анализа	Электрохимические методы анализа	Потенциометрическое определение концентрации водородных ионов или величины pH. Электродный потенциал, возникающий при погружении электродов в анализируемый раствор.	2
8	Электрохимические методы анализа	Электрохимические методы анализа	Определение содержания сильных кислот в растворе методом потенциометрического титрования	2
9	Хроматографические методы анализа	Хроматографические методы анализа	Сущность хроматографического метода анализа. Правила работы на хроматографе. Качественный и количественный анализ смеси ароматических углеводов методом хроматографии	2

10	Хроматографические методы анализа	Хроматографические методы анализа	Качественный и количественный анализ смеси ароматических углеводородов методом хроматографии. Оценка количественного состава методом нормировки.	2
11	Хроматографические методы анализа	Хроматографические методы анализа	Качественный и количественный анализ бензина методом хроматографии. Физические основы методы. Принципы качественного и количественного хроматографического анализа.	2
12	Хроматографические методы анализа	Хроматографические методы анализа	Качественный и количественный анализ бензина методом хроматографии. Методика хроматографического выделения углеводородов из бензина.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>24</b>
<b>Итого:</b>				<b>24</b>

#### 4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
<b>5 семестр</b>				
1	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	Изучение оптических методов анализа	Оптические методы анализа. Решение задач.	2
2	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	Изучение оптических методов анализа	Устройство спектрофотометра. Решение задач.	2
3	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	Изучение оптических методов анализа	Методы эмиссионного спектрального анализа. Решение задач	2
4	Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	Изучение оптических методов анализа	Устройство и принцип действия пламенного фотометра. Решение задач.	2
5	Электрохимические методы анализа	Изучение электрохимических методов анализа	Электрохимические методы анализа. Решение задач.	2
6	Электрохимические методы анализа	Изучение оптических методов анализа	Кондуктометрия. Устройство и принцип действия кондуктометра. Решение задач.	2
7	Электрохимические методы анализа	Изучение электрохимических методов анализа	Потенциометрические методы анализа. Практическое применение и общая характеристика метода. Решение задач.	2
8	Электрохимические методы анализа	Изучение электрохимических методов анализа	Устройство и принцип действия потенциометра. Решение задач	2



9	Хроматографические методы анализа	Изучение методов хроматографии	Классификация хроматографических систем. Решение задач.	2
10	Хроматографические методы анализа	Изучение методов хроматографии	Классификация хроматографических систем. Решение задач.	2
11	Хроматографические методы анализа	Изучение методов хроматографии	Устройство и принцип действия газового хроматографа. Решение задач.	2
12	Хроматографические методы анализа	Изучение методов хроматографии	Устройство и принцип действия газового хроматографа. Решение задач.	2
<b>Итого за семестр:</b>				<b>24</b>
<b>Итого:</b>				<b>24</b>

#### 4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
<b>5 семестр</b>			
Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа	Подготовка к лабораторным работам	Изучение теоретического материала по теме проведения лабораторной работы, оформление отчета	2
Электрохимические методы анализа	Подготовка к практическим занятиям	Изучение теоретического материала по теме проведения занятия, оформление отчета	2
Хроматографические методы анализа	Самостоятельное изучение материала	Конспектирование основной и дополнительной литературы по темам: Хроматографические методы анализа. Сущность хроматографии. Ионообменная хроматография. Плоскостная хроматография	2
Хроматографические методы анализа	Подготовка к зачету	Подготовка по вопросам к зачету	2
<b>Итого за семестр:</b>			<b>8</b>
<b>Итого:</b>			<b>8</b>

#### 5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Введение в современную жидкостную хроматографию; Техносфера, 2020.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 108033">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu iprbooks 108033</a>	Электронный ресурс

2	Введение в современную жидкостную хроматографию; Техносфера, 2020.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  108033">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  108033</a>	Электронный ресурс
3	Оптическая спектроскопия. Сложные молекулы; Сибирский федеральный университет, 2018.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  84270">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  84270</a>	Электронный ресурс
4	Оптическая спектроскопия. Сложные молекулы; Сибирский федеральный университет, 2018.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  84270">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  84270</a>	Электронный ресурс
5	Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография; Техносфера, 2017.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  84700">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  84700</a>	Электронный ресурс
6	Практическая высокоэффективная жидкостная хроматография; Техносфера, 2017.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  84700">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  84700</a>	Электронный ресурс
7	Теоретические основы газовой хроматографии; Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  64010">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  64010</a>	Электронный ресурс
8	Теоретические основы газовой хроматографии; Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  64010">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  64010</a>	Электронный ресурс
9	ЭПР-спектроскопия, электрохимические и комбинированные методы анализа; Издательство Уральского университета, 2018.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  106556">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  106556</a>	Электронный ресурс
10	ЭПР-спектроскопия, электрохимические и комбинированные методы анализа; Издательство Уральского университета, 2018.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  106556">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  106556</a>	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
11	Задачи и упражнения по инфракрасной спектроскопии с решениями и ответами для самостоятельной работы; Тверской государственный университет, 2020.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  111575">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  111575</a>	Электронный ресурс
12	Задачи и упражнения по инфракрасной спектроскопии с решениями и ответами для самостоятельной работы; Тверской государственный университет, 2020.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  111575">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  111575</a>	Электронный ресурс
13	ИК-спектроскопия в анализе полимеров; Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  88426">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  88426</a>	Электронный ресурс
14	ИК-спектроскопия в анализе полимеров; Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  88426">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  iprbooks  88426</a>	Электронный ресурс
15	Кондуктометрия. Кондуктометрическое и высокочастотное титрование : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Аналитическая и физическая химия; сост.: Б. М. Стифатов, Ю. В. Рублинецкая.- Самара, 2013.- 18 с.- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  1579">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu  elib  1579</a>	Электронный ресурс

16	Кондуктометрия. Кондуктометрическое и высокочастотное титрование : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Аналитическая и физическая химия; сост.: Б. М. Стифатов, Ю. В. Рублинецкая.- Самара, 2013.- 18 с..- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1579">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1579</a>	Электронный ресурс
17	Потенциометрические методы анализа : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Аналитическая и физическая химия; сост.: Б. М. Стифатов, Е. Ю. Мощенская.- Самара, 2013.- 31 с..- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1575">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1575</a>	Электронный ресурс
18	Потенциометрические методы анализа : метод. указания / Самар.гос.техн.ун-т, Аналитическая и физическая химия; сост.: Б. М. Стифатов, Е. Ю. Мощенская.- Самара, 2013.- 31 с..- Режим доступа: <a href="https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1575">https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu elib 1575</a>	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ ([elib.samgtu.ru](http://elib.samgtu.ru)) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

## 6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Программное обеспечение «Антиплагиат.Эксперт»	АО «Антиплагиат» (Отечественный)	Лицензионное
2	Антивирус Kaspersky EndPoint Security	«Лаборатории Касперского» (Отечественный)	Лицензионное
3	Microsoft Windows 8.1 Professional операци-онная система	Microsoft (Зарубежный)	
4	Microsoft Office 2013	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное

## 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Scopus - база данных рефератов и цитирования	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
2	РОСПАТЕНТ	<a href="http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru">http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru</a>	Ресурсы открытого доступа
3	Консультант плюс	<a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a>	Ресурсы открытого доступа
4	Интернет-портал химиков-аналитиков	<a href="http://anchem.ru/">http://anchem.ru/</a>	Ресурсы открытого доступа

5	Химия. Образовательный сайт	<a href="http://hemi.wallst.ru/">http://hemi.wallst.ru/</a>	Ресурсы открытого доступа
---	-----------------------------------	---	------------------------------

## 8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

### Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования, учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории, набор демонстрационного оборудования: экран, проектор, переносной ноутбук.

Набор учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин: комплект плакатов «Химия» 560x800 мм.

Специализированная мебель: 27 ученических парт, стол и стул для преподавателя, тумба, доска.

### Практические занятия

Аудитории для практических занятий укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории, набор демонстрационного оборудования: экран, проектор, переносной ноутбук.

Набор учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин: комплект плакатов «Химия» 560x800 мм.

Специализированная мебель: 14 ученических столов, 28 ученических стульев, стол и стул для преподавателя, доска.

### Лабораторные занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

### Самостоятельная работа

Помещение для самостоятельной работы оснащено компьютерной техникой, с возможностью подключения к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду СамГТУ и специализированной мебелью.

## 9. Методические материалы

### Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и

выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершённой. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

## Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

## Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

## Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

### **10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины  
Б1.О.03.10 «Инструментальные методы  
химического анализа»

**Фонд оценочных средств  
по дисциплине  
Б1.О.03.10 «Инструментальные методы химического анализа»**

<b>Код и направление подготовки (специальность)</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль)</b>	Технология химических производств
<b>Квалификация</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения</b>	Очная
<b>Год начала подготовки</b>	2021
<b>Институт / факультет</b>	Кафедры филиала ФГБОУ ВО "СамГТУ" в г. Новокуйбышевске
<b>Выпускающая кафедра</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Кафедра-разработчик</b>	кафедра "Химия и химическая технология" (НФ-ХТ)
<b>Объем дисциплины, ч. / з.е.</b>	72 / 2
<b>Форма контроля (промежуточная аттестация)</b>	Зачет

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю),  
соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной  
программы**

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Общепрофессиональные компетенции			
Профессиональная методология	ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1 Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности в химической технологии	Владеть навыками работы на различных аналитических установках и приборах; методиками проведения анализов и расчета результатов с использованием современных инструментальных средств
			Знать основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики при проведении инструментальных методов химического анализа
			Уметь применять знания о теоретических основах процессов химической технологии в профессиональной деятельности при проведении инструментального химического анализа; контролировать качество выпускаемой продукции с использованием типовых и современных методов инструментального анализа

**Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения**

Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства	Текущий контроль успеваемости	Промежуточная аттестация
Введение в физико-химические методы анализа. Оптические методы анализа				



ОПК-2.1 Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности в химической технологии	<b>Знать</b> основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики при проведении инструментальных методов химического анализа				
	<b>Уметь</b> применять знания о теоретических основах процес-сов химической технологии в профессиональной деятельности при проведении инструментального химического анализа; контролировать качество выпускаемой продукции с использованием типовых и современных методов инструментального анализа				
	<b>Владеть</b> навыками работы на различных аналитических установках и приборах; методиками проведения анализов и расчета результатов с использованием современных инструментальных средств				
<b>Электрохимические методы анализа</b>					
ОПК-2.1 Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности в химической технологии	<b>Уметь</b> применять знания о теоретических основах процес-сов химической технологии в профессиональной деятельности при проведении инструментального химического анализа; контролировать качество выпускаемой продукции с использованием типовых и современных методов инструментального анализа	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет	
	<b>Владеть</b> навыками работы на различных аналитических установках и приборах; методиками проведения анализов и расчета результатов с использованием современных инструментальных средств	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет	
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет	
	<b>Знать</b> основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики при проведении инструментальных методов химического анализа	Устный опрос	Да	Нет	
		Вопросы к зачету	Нет	Да	
	<b>Хроматографические методы анализа</b>				
	ОПК-2.1 Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности в химической технологии	<b>Знать</b> основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики при проведении инструментальных методов химического анализа	Устный опрос	Да	Нет
Вопросы к зачету			Нет	Да	

	<b>Уметь</b> применять знания о теоретических основах процес-сов химической технологии в профессиональной деятельности при проведении инструментального химического анализа; контролировать качество выпускаемой продукции с использованием типовых и современных методов инструментального анализа	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
	<b>Владеть</b> навыками работы на различных аналитических установках и приборах; методиками проведения анализов и расчета результатов с использованием современных инструментальных средств	Отчет по практическим занятиям	Да	Нет
		отчет по лабораторным работам	Да	Нет
<b>Электрохимические и хроматографические методы анализа</b>				
ОПК-2.1 Использует математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности в химической технологии	<b>Владеть</b> навыками работы на различных аналитических установках и приборах; методиками проведения анализов и расчета результатов с использованием современных инструментальных средств			
	<b>Уметь</b> применять знания о теоретических основах процес-сов химической технологии в профессиональной деятельности при проведении инструментального химического анализа; контролировать качество выпускаемой продукции с использованием типовых и современных методов инструментального анализа			
	<b>Знать</b> основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики при проведении инструментальных методов химического анализа			

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

### Формы текущего контроля успеваемости

#### Семестр 5

#### Примерный перечень вопросов к отчету по практическим занятиям

#### Тема: «Изучение оптических методов анализа»

#### Практическое занятие № 1-2 «Оптические методы анализа. Устройство спектрофотометра. Решение задач»

1. В чем сущность колориметрического, фотометрического и спектрофотометрического методов анализа?
2. Привести уравнение, связывающие коэффициент пропускания  $T$  и оптическую плотность  $A$ .
3. Какие факторы влияют на молярный коэффициент поглощения ( $\epsilon$ ).
4. В каких координатах можно представить спектр поглощения?
5. Какова сущность закона Бугера-Ламберта-Бера?
6. Как проводится выбор оптимальных условий фотометрических определений: а) длина волны; б) толщина светопоглощающего слоя (кюветы); в) концентрации.
7. Объясните сущность методов определения концентрации анализируемого вещества: 1) градуировочного графика; 2) метода добавок.
8. В каком случае в фотометрическом анализе используется свойство аддитивности оптической плотности?
9. Назовите особенности спектрофотометрии в ультрафиолетовой области спектра и приведите примеры количественных определений.
10. На чем основан качественный анализ по поглощению в инфракрасной области спектра?
11. Назовите основные узлы приборов для анализов по светопоглощению. Каково назначение каждого из этих узлов?
12. Назовите фотометрические приборы, предназначенные для работы в: а) видимом; б) ультрафиолетовом; в) инфракрасном участке спектра.
13. В каком спектральном интервале в качестве источника света используют лампу накаливания, водородную лампу, штифт Нернста, ртутную лампу?
14. Для каких областей спектра предназначены приборы, оптические детали которых выполнены из: а) стекла; б) кварца; в) поваренной соли?
15. Задача. При фотоколориметрическом определении  $Fe^{3+}$  с сульфосалициловой кислотой из стандартного раствора с содержанием железа  $10 \text{ мг/см}^3$  приготовили ряд разведений в мерных колбах вместимостью  $100 \text{ см}^3$ , измерили оптическое поглощение и получили следующие данные:

$V_{ст}, \text{ см}^3$	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$A$	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75

Определите концентрацию  $Fe^{3+}$  в анализируемых растворах, если их оптическое поглощение равно 0,30 и 0,50.

Решение. Строим калибровочный график для стандартного раствора и находим концентрацию при оптическом поглощении 0,30 и 0,50. Она равна 24 и 40  $\text{мг/100 см}^3$  соответственно.

Ответ: 24,0 и 40,0 мг/100 см<sup>3</sup>.

### **Практическое занятие № 3-4 «Методы эмиссионного спектрального анализа. Устройство и принцип действия пламенного фотометра. Решение задач»**

1. Какова природа и происхождение атомных эмиссионных спектров? Почему атомные спектры имеют линейчатый характер?
2. От чего зависит интенсивность спектральных линий?
3. Назовите основные узлы спектральных приборов и укажите их назначение.
4. На чем основан качественный спектральный анализ? Какие приборы используются для проведения качественного анализа?
5. От каких факторов зависит интенсивность спектральных линий?
6. В чем сущность методов количественного спектрального анализа?
7. Какое свойства атомов и ионов лежит в основе метода пламенной фотометрии?
8. Какой принцип положен в основу работы пламенного фотометра?
9. Почему метод пламенной эмиссионной спектроскопии особенно популярен при определении щелочных и щелочно-земельных металлов?
10. Какими способами рассчитывают количественное содержание вещества в методе пламенной фотометрии растворов?
11. Приведите общую характеристику методов эмиссионного спектрального анализа.
12. Приведите общую характеристику метода фотометрии пламени. Какие основные приемы работы используются в методе фотометрии пламени? Какие достоинства и недостатки имеет этот метод?
13. Задача. Для определения длины волны интересующей линии  $\lambda_x$  были выбраны две линии в спектре железа с известными длинами волн:  $\lambda_1 = 325,436$  и  $\lambda_2 = 328,026$  нм. На измерительной шкале микроскопа были получены следующие отсчеты:  $b_1=9,12$ ,  $b_2=10,48$ ,  $b_x=10,33$  мм. Какова длина волны искомой линии в спектре анализируемого образца?

Решение. Так как выбранные линии железа  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  находятся соответственно слева и справа от интересующей линии, для расчета  $\lambda_x$  используем уравнение  $\lambda_x = \lambda_1 + (a_1 / (a_1 + a_2))(\lambda_2 - \lambda_1)$ .

Сначала находим значения расстояний  $a_1$  и  $a_2$  на шкале по данным отсчета:

$a_1 = b_x - b_1 = 10,13 - 9,12 = 1,01$  мм;  $a_2 = b_2 - b_x = 10,48 - 10,13 = 0,35$  мм.

Подставляем соответствующие числовые значения в уравнение и находим значение  $\lambda_x$ :

$\lambda_x = 325,436 + 1,01 / (1,01 + 0,35) (328,026 - 325,436) = 327,360$  нм.

Ответ: Длина волны искомой линии в спектре равна 327,360 нм.

Задача. Определите содержание  $\text{Ca}^{2+}$  в растворе (в мкг/см<sup>3</sup>), если при фотометрировании пламени этого раствора методом добавок получены следующие результаты при добавках стандарта  $x=10$  мкг/см<sup>3</sup>.

Решение.

Строим калибровочный график пламенно - фотометрического определения  $\text{Ca}^{2+}$  таким образом, чтобы раствор без добавки приравнялся к нулевой концентрации. Отрезок на оси абсцисс, отсекаемый прямой, дает  $C_x = 5$  мкг/см<sup>3</sup>.

Ответ: Содержание  $\text{Ca}^{2+}$  в растворе равняется 5 мкг/см<sup>3</sup>.

## Тема: «Изучение электрохимических методов анализа»

### Практическое занятие №5-6 «Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия, устройство и принцип действия кондуктомера. Решение задач»»

1. Что называется электропроводностью, какова ее размерность? В чем состоит принцип метода определения электропроводности?
2. Что называется удельной электропроводностью, какова ее размерность? Как зависит удельная электропроводность от концентрации ионов и их подвижности?
3. Что такое постоянная сосуда и какой смысл она имеет?
4. Что называется эквивалентной (молярной) электропроводностью, какова ее размерность? Как зависит эквивалентная электропроводность от концентрации ионов?
5. Как влияет температура на электропроводность? В чем причина зависимости электропроводности от температуры?
6. Почему нельзя проводить измерение электропроводности раствора, если электроды не полностью погружены в жидкость?
7. В чем состоит сущность метода кондуктометрического титрования?
8. От чего зависит ход кривых кондуктометрического титрования?
9. В каких случаях имеет место отклонение кривых от линейного хода?
10. В чем состоит преимущество метода кондуктометрического титрования перед другими объемными методами?

Задача. Сопротивление ячейки с 0,1 моль-экв/л раствора NaCl равно 46,8 Ом. Площадь каждого электрода 1,50 см<sup>2</sup>, а расстояние между ними 0,75 см.

Определите удельную и эквивалентную электрическую проводимость.

Решение: Электрическая проводимость раствора вычисляется по формуле:

$$L = 1/R = 1/46,8 = 0,0214 \text{ Ом}^{-1} = 0,0214 \text{ См.}$$

Рассчитываем удельную электрическую проводимость:

$$L = c(S/l); c = L/S; c = (0,0214 \times 0,75/1,50) = 0,0107 \text{ Ом}^{-1} \times \text{см}^{-1} = 0,0107 \text{ См} \times \text{см}^{-1}.$$

Рассчитываем эквивалентную электрическую проводимость:

$$I = (c \times 1000)/c = (0,0107 \times 1000)/0,1 = 107 \text{ Ом}^{-1} \times \text{см}^2 \times \text{моль}^{-1} = 107 \text{ См} \times \text{см}^2 \times \text{моль}^{-1}.$$

Ответ:  $c = 0,0107 \text{ См} \times \text{см}^{-1}$ ;  $I = 107 \text{ См} \times \text{см}^2 \times \text{моль}^{-1}$ .

Задача. При кондуктометрическом титровании 50 мл раствора HCl 0,01 моль-экв/л NaOH были получены следующие данные

$V_{\text{NaOH}}$ , мл	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
------------------------	---	-----	-----	-----	-----	------

с См. м <sup>-1</sup>	1,50	1,09	0,67	0,63	0,99	1,35
-----------------------	------	------	------	------	------	------

Рассчитайте концентрацию HCl по данным кондуктометрического титрования.

Решение: Строим график кондуктометрического титрования в координатах:  $c - V$  (удельная электрическая проводимость – объем раствора титранта) и определяем по графику точку эквивалентности (5,0 мл раствора NaOH). Рассчитываем молярную концентрацию эквивалента раствора HCl из соотношения:

$$C_{(\text{HCl})} \times V_{(\text{HCl})} = C_{(\text{NaOH})} \times V_{(\text{NaOH})}$$

$$C_{(\text{HCl})} = C_{(\text{NaOH})} \times V_{(\text{NaOH})} / V_{(\text{HCl})} = 0,01 \cdot 5,0 / 50 = 0,001 \text{ моль-экв/л}$$

Ответ: 0,001 моль-экв/л.

### Практическое занятие №7-8. «Потенциометрические методы анализа. Устройство и принцип действия потенциометра. Решение задач»»

1. На чем основаны потенциометрические методы анализа?
2. Какая зависимость выражается уравнением Нернста? Поясните смысл

- входящих в него величин.
3. Что представляют собой электроды I и II рода? Приведите примеры этих электродов.
  4. Какие функции выполняют индикаторные электроды и какие – электроды сравнения? Укажите требования, которые к ним предъявляются.
  5. Приведите схему установки для потенциометрических измерений.
  6. В чем сущность потенциометрического определения pH раствора? Какие индикаторные электроды могут быть использованы для определения pH?
  7. Как устроен стеклянный электрод? Как можно определить стандартный потенциал этого электрода? Укажите достоинства и недостатки стеклянного электрода.
  8. Каковы основные типы ионоселективных электродов? Как они устроены? Какие имеют характеристики?
  9. Укажите достоинства, недостатки и области применения метода прямой потенциометрии.
  10. В каких координатах строят кривые потенциометрического титрования? Чем обуславливается выбор координат?
  11. Назовите соответствующие пары электродов и приведите примеры потенциометрического титрования с использованием: а) реакций кислотно-основного взаимодействия; б) реакций осаждения; в) реакций комплексообразования; г) реакций окисления-восстановления.
  12. Какие виды потенциометрии используются в анализе и на чем они основаны?

Задача. Вычислите электродный потенциал медного электрода, опущенного в раствор соли меди с концентрацией  $\text{Cu}^{2+}$  равной 0,1 моль/л;  $E^{\circ}_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0,34 \text{ В}$ .  
Решение:  $E = 0,34 + (0,058/2) \lg 10^{-1} = 0,311 \text{ В}$

Ответ: 0,311 В.

Задача. Рассчитайте концентрацию  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  в анализируемом растворе, если при потенциометрическом титровании 20,0 мл раствора  $\text{NH}_4\text{VO}_3$  0,1 моль-экв/л раствором  $\text{FeSO}_4$  были получены следующие данные:

V(мл)	10,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0
E(мВ)	730	700	680	650	550	500	480	470

Решение: Точка эквивалентности, найденная по графику соответствует 14,35 мл раствора  $\text{FeSO}_4$ , затраченного на титрование анализируемого раствора  $\text{NH}_4\text{VO}_3$ .

$C(\text{NH}_4\text{VO}_3) = 14,35 (0,1 / 20,0) = 0,0717 \text{ моль-экв/л}$

Ответ: 0,0717 моль-экв/л.

### Тема: «Изучение методов хроматографии»

#### Практическое занятие № 9-12 «Классификация хроматографических систем. Устройство и принцип действия газового хроматографа. Решение задач»

1. В чем сущность хроматографического разделения по методу: а) газоадсорбционной хроматографии; б) газожидкостной хроматографии; в) распределительной жидкостно-жидкостной хроматографии; г) осадочной хроматографии; д) тонкослойной хроматографии; е) ионообменной хроматографии?

2. Каковы области применения, достоинства и недостатки методов адсорбционной хроматографии?
3. Какие требования предъявляются к адсорбентам и растворителям? Назовите наиболее распространенные растворители и адсорбенты в жидкостно-адсорбционной хроматографии.
4. Какие способы применяют для определения эффективности хроматографических разделений?
5. Каковы области применения, достоинства и недостатки методов газовой хроматографии?
6. Какие требования предъявляются к жидкой фазе в газожидкостной хроматографии? Какие вещества используют в качестве жидкой фазы, в качестве твердого носителя?
7. Дайте определения следующих понятий: а) высота хроматографического пика; б) ширина хроматографического пика; в) приведенный удерживаемый объем; г) общий удерживаемый объем.
8. В чем сущность качественного хроматографического анализа по величине удерживаемого объема?
9. В чем сущность методов количественного анализа: а) абсолютной калибровки; б) внутренней нормализации (нормировки); в) внутреннего стандарта?
10. В чем сущность ионообменной хроматографии?
11. В чем сущность распределительной хроматографии на бумаге? Дайте определение  $R_f$ .
12. На чем основан качественный анализ методами осадочной и распределительной хроматографии на бумаге?
13. Приведите примеры аналитических определений методами осадочной и распределительной хроматографии на бумаге, укажите основные способы измерений при количественных определениях.
14. Каковы области применения, достоинства и недостатки а) тонкослойной хроматографии; б) осадочной хроматографии; в) ионообменной хроматографии?

Задача. Определить массовую долю (%) компонентов газовой смеси по следующим данным:

Компонент:	Пропан	Бутан	Пентан	Циклогексан
$S_i, \text{мм}^2$	175	203	182	35
$k_i$	0,68	0,68	0,69	0,85

Решение: Расчеты проводим по методу внутренней нормализации, согласно которому:

$$\omega_i = S_i \cdot k_i / \sum S_i \cdot k_i \times 100\%$$

где  $\omega_i$  – массовая доля  $i$ -го компонента в смеси, %;  $S_i$  – площадь пика  $i$ -го компонента;  $k_i$  – поправочный коэффициент, определяемый чувствительностью детектора к  $i$ -му компоненту.

Найдем приведенную суммарную площадь пиков:

$$\sum S_i \cdot k_i = 175 \cdot 0,68 + 203 \cdot 0,68 + 182 \cdot 0,69 + 35 \cdot 0,85 = 412,4.$$

Отсюда массовая доля (%) пропана равна

$$\omega(\text{пропана}) = (175 \cdot 0,68 / 412,4) \cdot 100\% = 28,6\%.$$

Ответ: Массовая доля пропана 28,6%.

Аналогично находим массовые доли  $\omega$  (%) остальных компонентов смеси:  $\omega(\text{бутана}) = 33,46\%$ ,  $\omega(\text{пентана}) = 30,46\%$ ,  $\omega(\text{циклогексана}) = 7,22\%$ .

При выполнении анализа по методу внутреннего стандарта расчет проводят по формуле

$$\omega_i = (S_i \cdot k_i) / (S_{ст} \cdot k_{ст}) \cdot R \cdot 100\%$$

где  $S_{ст}$  – площадь пика вещества, введенного в качестве внутреннего стандарта;  
 $k_{ст}$  – его поправочный коэффициент;  $R$  – отношение массы внутреннего стандарта к массе анализируемой пробы.

Задача. Реакционную массу после нитрования толуола проанализировали методом газожидкостной хроматографии с применением этилбензола в качестве внутреннего стандарта. Определить процент непрореагировавшего толуола по следующим экспериментальным данным:

Взято толуола, г 12,7500

Внесено этилбензола, г 1,2530

$S_{\text{толуола}}$ , мм<sup>2</sup> 307

$k_{\text{толуола}}$  1,01

$S_{\text{этилбензола}}$ , мм<sup>2</sup> 352

$k_{\text{этилбензола}}$  1,02

Решение: Расчет проводят по методу внутреннего стандарта, используя формулу:

$$\omega_i = (S_i \cdot k_i) / (S_{ст} \cdot k_{ст}) \cdot R \cdot 100\%$$

Подставляем данные задачи в эту формулу:

$$\omega_i = (307 \cdot 1,01) / (352 \cdot 1,02) \times (1,2530 / 12,75) \times 100 = 8,49\%$$

Ответ: 8,49%.

Задача: Для хроматографического определения никеля на бумаге, пропитанной раствором диметилглиоксима, приготовили три стандартных раствора. Для этого навеску 0,2480 NiCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O растворили в мерной колбе на 50 мл. Затем из этой колбы взяли 5,0; 10,0 и 20,0 мл и разбавили в колбах на 50 мл. Исследуемый раствор также разбавили в мерной колбе на 50 мл.

Постройте калибровочный график в координатах  $h - C_{Ni}$  и определите содержание никеля (мг) в исследуемом растворе, если высота пиков стандартных растворов равна  $h_1 = 25,5$ ;  $h_2 = 37,5$ ;  $h_3 = 61,3$ , а высота пика исследуемого раствора равна  $h_x = 49,0$  мм.

Решение: Находим массу никеля в навеске NiCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O, учитывая, что  $M_{(NiCl_2 \cdot 6H_2O)}$  и  $M_{(Ni)}$  – молярные массы NiCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O и Ni соответственно равны 238 г/моль и 59 г/моль. Тогда масса никеля в исследуемой навеске NiCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O составит:

$$m_{Ni} = (59 \cdot 0,248) / 238 = 0,0615 \text{ г}$$

0,0615 г – 50 мл содержание никеля в первой колбе 0,00615 г/50мл

X г - 5 мл

0,0615 г – 50 мл содержание никеля во второй колбе 0,0123 г/50мл

X г - 10 мл

0,0615 - 50 мл содержание никеля в третьей колбе 0,0246 г/50 мл

X г - 20 мл

На основании проведенных расчетов строим график в координатах:  $h$ , мм – содержание никеля ( $C$ , г/50 мл). На график наносим высоту пика исследуемого раствора  $h = 49$  мм и находим содержание никеля в исследуемом растворе  $C = 18,45$  мг/50мл.

Ответ: 18,45 мг.

### Примерный перечень вопросов к отчету по лабораторным работам

#### Лабораторная работа №1-2 «Фотометрическое определение марганца и хрома при их совместном присутствии»

1. Основные понятия фотометрического анализа
2. Схема прохождения света через окрашенный раствор и растворитель



3. Что называется спектром поглощения и в каких координатах его представляют?
4. Классификация методов фотометрического анализа
5. Что такое кривая светопоглощения, как ее получают, для каких целей она нужна?
6. Каков физический смысл молярного коэффициента светопоглощения? Какие факторы влияют на его величину?
7. Что называется коэффициентом пропускания  $T$  и оптической плотностью  $A$ ? В каких пределах изменяется их величина?
8. Основной закон светопоглощения (закон Ламберта – Бугера – Бера). Отклонения от закона Ламберта – Бугера – Бера.
9. Что представляют собой нулевые растворы или растворы сравнения? С какой целью их используют?
10. Как выбирают длину волны и светофильтры при фотометрическом методе анализа?

### **Лабораторная работа № 3-4 «Рефрактометрическое определение состава смеси»**

1. Что называется рефракцией?
2. На чем основан рефрактометрический метод анализа?
3. Достоинства и области применения рефрактометрии?
4. Какими способами проводят рефрактометрический анализ?
5. Абсолютный и относительный показатели преломления.
6. Предельный угол преломления.
7. Рефрактометр, его назначение и устройство.

### **Лабораторная работа № 5-6 «Фотоэлектроколориметрические методы анализа»**

1. Классификация методов молекулярно-абсорбционного анализа.
2. Классификация методов фотометрического анализа.
3. Колориметрия. Сущность метода, применение.
4. Дать понятие абсорбционности, коэффициента светопропускания. Связь между ними.
5. Что такое светофильтр, можно ли работать без него?
6. Что такое кривая светопоглощения, как ее получают, для каких целей она нужна?
7. Фотоколориметрия. Сущность метода, отличие от колориметрического метода анализа.
8. Явление фотоэффекта. Селеновый фотоэлемент, его основные характеристики, устройство и область применения.
9. Фотоэлектроколориметры Их устройство, принцип действия, преимущества и недостатки. Область применения.

### **Лабораторная работа № 7-8 «Электрохимические методы анализа»**

1. Природа аналитического сигнала в потенциометрии. Уравнение аналитического сигнала.
2. Принцип работы индикаторных электродов и электродов сравнения.
3. Методы измерения электродного потенциала индикаторного электрода.
4. Мембранные индикаторные электроды. Уравнение аналитического сигнала

5. Иономеры, рН-метры, принцип работы приборов. Объяснить причину необходимости калибровки и процедуру калибровки иономера.
6. Прямой и косвенный варианты потенциометрического анализа. Особенности применения.
7. Способы установления конечной точки титрования (точки эквивалентности). Реакции титрования и их влияние на электродный потенциал.

#### **Лабораторная работа № 9-10 «Качественный и количественный анализ смеси ароматических углеводов методом ГЖХ»**

1. В чем сущность работ М.С. Цвета, открывшего хроматографический анализ?
2. Какие методы хроматографического анализа существуют в настоящее время?
3. Какое место занимает ГХ среди других методов хроматографии?
4. Какова природа разделения смеси с помощью ГХ?
5. Что используют в качестве подвижной и неподвижной фаз?
6. В чем отличие ГАХ от ГЖХ?
7. Назовите основные узлы газового хроматографа?
8. Что представляет собой хроматографическая колонка?

#### **Лабораторная работа № 11-12 «Качественный и количественный анализ бензина методом ГЖХ»**

1. Какие свойства веществ используют при детектировании?
2. Какие параметры используют для качественного и количественного хроматографического анализа?
3. Какие зависимости параметров хроматографического удерживания могут быть использованы для идентификации веществ?
4. Почему при выполнении хроматографирования необходимо соблюдать условия анализа?
5. Назовите основные источники погрешности анализа?
6. Какие существуют методы градуировки хроматографа?
7. Как оценить точность полученных результатов?

### **Формы промежуточной аттестации**

#### **Семестр 5**

#### **Примерный перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет)**

1. Физико-химические методы анализа (ФХМА). Достоинства. Теория. Классификация по признаку энергии воздействия на спектральные, электрохимические, тепловые и хроматографические.
2. Принципы подразделения ФХМА на прямые и косвенные, эталонные и безэталонные.
3. Качественный ФХМА. Способ проведения путем идентификации веществ. Количественные ФХМА. Определение содержания веществ способами стандартной серии, сравнения и стандартной добавки.
4. Спектры, способы их получения, особенности атомных и молекулярных спектров, деление на эмиссионные, абсорбционные, рассеяния, рефракции, поляризации. Использование для аналитических целей.

5. Оптические методы анализа. Основные элементы приборов для оптического анализа (светофильтры, спектральные приборы, фотоэлементы, призмы, дифракционные решетки, фотоэлектроусилители).
6. Эмиссионные и абсорбционные спектры, взаимосвязь и использование для анализа.
7. Атомно-эмиссионный спектральный анализ (АЭА). Эмиссионные спектры (сплошные, полосатые и линейчатые). Термы атомов. Резонансные линии. Схемы электронных переходов в атоме щелочного металла. Факторы, влияющие на интенсивность спектральных линий. Последние линии. Спектральная аппаратура и типы регистрирующих устройств.
8. Практика эмиссионной спектроскопии. Подготовка пробы и её введение в источник возбуждения.
9. Визуальный, фотографический и фотоэлектрический методы регистрации спектров. Применяемые приборы.
10. Качественный и полуколичественный АЭА. Идентификации химических элементов по эмиссионным спектрам. Приборы, примеры применения.
11. Количественный эмиссионный спектральный анализ, его аппаратура и применение. Формула Ломакина-Шайбе.
12. Пламенная фотометрия. Принцип работы пламенного фотометра, области применения.
13. Атомно-абсорбционный анализ. Поглощение электромагнитных колебаний свободными атомами. Блок-схема прибора, способы атомизации пробы. Избирательность метода, достоинства и недостатки метода.
14. Молекулярно-абсорбционный анализ. Классификация методов (атомноабсорбционный анализ, фотометрия, турбидиметрия, нефелометрия, фотофлуориметрия (люминисцентный анализ)).
15. Фотометрия (колориметрия, фотоколориметрия, спектрофотометрия). Электронные спектры молекул и цветность аналитических форм. Роль химической аналитической реакции в фотометрическом анализе.
16. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Аппаратура для фотометрических измерений. Характеристика фотометрических методов анализа.
17. Молярный коэффициент погашения как критерий чувствительности. Спектры поглощения и их применение. Примеры из лабораторного практикума.
18. ИК-спектроскопия. Сущность метода, приборы, выполнение и применение.
19. Электрохимические методы анализа (ЭМА). Возникновение и современные возможности ЭМА для анализа. Инструменты ЭМА (электроды, электролизер, гальванический элемент).
20. Классификация ЭМА по признаку: а) измеряемого аналитического сигнала; б) применения электролиза; в) прямого и косвенного использования.
21. Теоретические основы ЭМА. Электрод. Возникновение и расчет электродного потенциала. Классификация электродов. Электродные реакции. Поляризация электродов.
22. Кондуктометрия. Теоретические основы кондуктометрии (электрическая проводимость, виды проводимости, способы измерения). Прямые и косвенные методы.
23. Кондуктометрическое титрование. Высокочастотное кондуктометрическое титрование.
24. Потенциометрия. Прямая потенциометрия (ионометрия) и косвенная (потенциометрическое титрование). Индикаторные электроды и электроды сравнения.
25. Ионоселективные электроды с твердой, жидкой и ферментной мембранами. Стекланный электрод.

26. Ионметрия и потенциометрическое титрование. Способы проведения и аппаратное оформление.
27. Вольтамперометрия и полярография. Электроды, получение вольтамперных (полярографических) кривых. Полярографическая волна. Диффузионный ток. Качественный и количественный анализ. Фон. Усовершенствованные варианты полярографии (амперометрическое титрование и инверсионная вольтамперометрия).
28. Хроматографические методы. Открытие хроматографии М.С. Цветом. Принципы хроматографического разделения веществ. Подвижная и неподвижная фазы. Классификация хроматографических методов анализа:  
а) по агрегатному состоянию НФ и ПФ; б) по виду взаимодействия сорбента и сорбата; в) механизму; г) по форме проведения процесса; д) по оформлению. Понятие о хроматограмме (выходных кривых).
29. Газовая хроматография (ГХ). Виды ГХ. Принципиальная схема газового хроматографа. Устройство и назначение его узлов. Подвижная и неподвижная фазы и требования к ним. Детекторы, их классификация (ДТП, ПИД и др.). Методы количественного анализа по хроматограмме. Примеры практического использования ГХ в анализе.
30. Жидкостная хроматография (ЖХ). Виды ЖХ (ЖАХ и ЖЖХ, колоночные и плоскостные). Принципиальная схема жидкостного хроматографа. Устройство и назначение его узлов. Подвижная и неподвижная фазы и требования к ним. Детекторы. Методы количественного анализа по хроматограмме. Примеры практического использования ЖХ в анализе.
31. Бумажная и тонкослойная хроматография (БХ, ТСХ). Подвижная и неподвижная фазы и требования к ним. Типы хроматограмм: одномерная, двумерная, восходящая, нисходящая, круговая. Методы качественного и количественного анализа с помощью БХ и ТХ. Примеры практического применения.
32. Ионообменная хроматография (ИОХ). Сущность метода, виды иониты, реакции ионного обмена. Применение ИОХ для аналитических целей и в технологических процессах. Ионная хроматография.

## **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Оценивание знаний, умений, навыков и опыта деятельности проводятся на основе сведений, приводимых в матрице соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения.

Цель текущего контроля успеваемости по учебным дисциплинам в семестре – проверка приобретаемых обучающимися знаний, умений, навыков в контексте формирования установленных образовательной программой компетенций в течение семестра. Текущий контроль осуществляется через систему оценки преподавателем всех видов работ обучающихся, предусмотренных рабочей программой дисциплины и учебным планом.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание результатов освоения дисциплины посредством испытания в форме экзамена (зачета). Промежуточная аттестация проводится в конце изучения дисциплины.

Разработанный фонд оценочных средств текущего контроля и промежуточной аттестации используется для осуществления контрольно-измерительных мероприятий и выработки обоснованных управляющих и корректирующих действий в процессе приобретения обучающимися необходимых знаний, умений и навыков, формирования соответствующих компетенций в результате освоения дисциплины.

Учебная дисциплина как правило формирует несколько компетенций, процедура оценивания представлена в таблице:

№	Наименование оценочного средства	Периодичность и способ проведения процедуры оценивания	Виды выставляемых оценок
1	Отчет по практическим занятиям (5 семестр)	Систематически в соответствии с расписанием занятий, письменно	зачет/незачет
2	Отчет по лабораторным работам (5 семестр)	Систематически в соответствии с расписанием занятий, письменно	зачет/незачет
3	Зачет (5 семестр)	На этапе промежуточной аттестации	зачет/незачет

На этапе промежуточной аттестации (зачет) используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить сформированность планируемых результатов обучения (дескрипторов), а также уровень освоения материала обучающимися.

**Форма оценки знаний (зачет):** «Зачет»; «Незачет».

**Шкала оценивания:**

**«Зачет»** – выставляется, если сформированность заявленных образовательных результатов компетенций оценивается не ниже «удовлетворительно» при условии отсутствия критерия «неудовлетворительно». Выставляется, когда обучающийся показывает хорошие знания изученного учебного материала; самостоятельно, логично и последовательно излагает и интерпретирует материалы учебного курса; полностью раскрывает смысл

предлагаемого вопроса; владеет основными терминами и понятиями изученного курса; показывает умение переложить теоретические знания на предполагаемый практический опыт.

«**Незачет**» – выставляется, если при ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений фактического материала, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

На этапе промежуточной аттестации (экзамен) используется система оценки успеваемости обучающихся, которая позволяет преподавателю оценить сформированность планируемых результатов обучения, а также уровень освоения материала обучающимися.