

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**Институт гражданской защиты
Кафедра техносферной безопасности**

УТВЕРЖДАЮ
Директор института _____ В.Ю.Малкин
« 21 » _____ 2026 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Современные физико-химические методы анализа**

по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность

профиль подготовки «Устойчивость муниципальных образований к
бедствиям»

Луганск - 2026

Лист согласования рабочей программы учебной дисциплины

Рабочая программа учебной дисциплины «Современные физико-химические методы анализа» по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность. – 33 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Современные физико-химические методы анализа» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25 мая 2020 года № 678.

СОСТАВИТЕЛЬ:

доктор. техн. наук, доцент Филатьев М.В.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры техносферной безопасности «08» апреля 2026 г., протокол № 8.

Заведующий кафедрой

техносферной безопасности  Копец Ю.В.

Переутверждена: «__» _____ 20__ г., протокол № _____

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии института гражданской защиты «21» апреля 2026 г., протокол № 8.

Председатель учебно-методической комиссии
института гражданской защиты

 Михайлов Д.В.

Структура и содержание дисциплины

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель изучения дисциплины - формирование представлений об этапах и методах физико-химического анализа, позволяющих критически осмысливать условия состояния окружающей среды и применять полученные знания для решения нестандартных профессиональных задач.

Задачи:

формирование представлений об основных этапах и методах физико-химического анализа;

изучение теоретических основ методов физико-химического анализа;

изучение основных методов качественного и количественного анализа веществ;

обзор области применения методов физико-химического анализа для анализа технических объектов, продукции и состояния окружающей среды.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина современные физико-химические методы анализа относится к вариативной части дисциплин учебного плана. Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знания высшей математики, физики, химии, умения работать с новой информацией, учебником и другой учебной и научной литературой, навыки поиска необходимых данных в интернете, написания рефератов, составления конспекта, работы с компьютером. Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: НИР и магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-2 Способен планировать и организовывать мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций, защите населения, объектов экономики и территорий в чрезвычайных ситуациях	ПК-2.14. Проводит качественный и количественный анализ данных, выявляет ключевые факторы и тенденции, а также формулирует обоснованные прогнозы и рекомендации на основании полученной информации.	Знать: качественный и количественный анализ данных;п Проводит качественный и количественный анализ данных, выявляет ключевые факторы и тенденции, а также формулирует обоснованные прогнозы и рекомендации на основании полученной информации; Владеть: способами планирования и организации мероприятий

		по предупреждению чрезвычайных ситуаций, защите населения, объектов экономики и территорий в чрезвычайных ситуациях.
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	72 (2 зач. ед)	-
Обязательная контактная работа (всего) в том числе:	32	-
Лекции	16	-
Семинарские занятия	-	-
Практические занятия	16	-
Лабораторные работы	-	-
Курсовая работа (курсовой проект)	-	-
Другие формы и методы организации образовательного процесса (<i>расчетно-графические работы, индивидуальные задания и т.п</i>)	-	-
Самостоятельная работа студента (всего)	40	-
Форма аттестация	зачет	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Основы аналитической химии. Классификация методов анализа.

Предмет аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Классификация методов анализа: химические, физические, физико-химические методы. Характеристики методов анализа: предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, основа, примесь. Аналитический сигнал. Интенсивность и разрешающая способность аналитического сигнала. Селективность, специфичность и экспрессность методов анализа. Направления развития аналитической химии.

Тема 2. Основные этапы анализа. Математическая точность результатов анализа и оценка их качества.

Отбор, усреднение пробы и взятие навески. Разложение (вскрытие) пробы. Разложение, выделение определяемого компонента и его концентрирование химическими, физическими и физико-химическими методами. Регистрация и измерение величины аналитического сигнала. Фон (шум). Расчет результатов анализа. Уравнение связи. Градуировочный график. Коэффициент чувствительности. Точность анализа. Абсолютная и

относительная погрешность анализа. Параметры качества анализа: правильность, точность, воспроизводимость и надежность. Классификация погрешностей: случайные, грубые, систематические. Стандартное отклонение.

Тема 3. Физико-химические методы анализа и их классификация. Общие методы количественного определения веществ.

Физико-химические методы анализа и их преимущества. Классификация физико-химических методов анализа. Прямые и косвенные ФХМА. Эталонные и безэталонные ФХМА. Основные методы количественного определения: метод градуировочной функции (стандартной серии), метод стандартов, метод стандартных добавок

Тема 4. Спектральные методы анализа.

Спектры и их характеристики. Спектральные методы анализа: эмиссионные, рефракционные, абсорбционные, методы рассеяния. Оптические методы анализа. Возбужденное состояние атомов. Спектральные линии. Спектры испускания и поглощения. Атомноэмиссионная спектроскопия. Монохроматизация излучения. Методы регистрации спектров. Количественный и качественный анализ в АЭС. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Оптическая плотность. Количественный анализ в ААС. Методы молекулярно-абсорбционного анализа. Колориметрия. Коэффициент пропускания. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения. Методы количественного анализа в фотоколориметры.

Тема 5. Хроматографические методы анализа.

Хроматография. Абсорбция, адсорбция. Подвижная и неподвижная фаза. Хроматографическая колонка. Классификация хроматографических методов анализа. Способы проведения хроматографии: фронтальный, вытеснительный, проявительный. Газо-жидкостная хроматография. Устройство и принцип работы газового хроматографа. Детектирование в хроматографии. Качественный хроматографический анализ. Хроматографические пики. Хроматограмма. Время и объем удерживания вещества. Методы количественного анализа в ГЖХ. Бумажная распределительная хроматография: восходящая, нисходящая, радиально-распределительная. Коэффициенты подвижности. Качественный и количественный анализ в бумажной хроматографии.

Тема 6. Электрохимические методы анализа.

Классификация электродов: первого рода, второго рода, редокс-электроды, мембранные (ионселективные) электроды. Индикаторные электроды, электроды сравнения, вспомогательные электроды. Электродные процессы в растворах. Электрическое сопротивление раствора. Удельная и эквивалентная электропроводность. Прямая и косвенная кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование. Определение водородного показателя с помощью потенциометрии. Кулонометрия.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Основы аналитической химии. Классификация методов анализа	2	-
2	Основные этапы анализа. Математическая точность результатов анализа и оценка их качества.	2	-
3	Физико-химические методы анализа и их классификация. Общие методы количественного определения веществ.	3	-
4	Спектральные методы анализа.	3	-
5	Хроматографические методы анализа.	3	-
6	Электрохимические методы анализа.	3	-
Итого:		16	-

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Приготовление растворов из стандартных веществ	2	-
2	Фотоколориметрия	2	-
3	ИК-спектроскопия. Рентгеновская спектроскопия. УФ-спектроскопия.	2	-
4	Газожидкостная и бумажная хроматография	2	-
5	Тонкослойная хроматография. Ионообменная хроматография.	2	-
6	Электропроводность. Кондуктометрия. Потенциометрия. Кулонометрия.	3	-
7	Электрогравиметрия. Амперометрия.	3	-

	Вольтамперометрия.		
Итого:		16	-

4.5. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине «Современные физико-химические методы анализа» учебным планом не предусмотрены.

4.6. Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Оптические методы анализа	Самостоятельный поиск источников информации, подготовка рефератов, докладов, выполнение домашнего задания	4	-
2	Термические методы анализа	Самостоятельный поиск источников информации, подготовка рефератов, докладов, выполнение домашнего задания	4	-
3	ОЖЕ-электронная спектроскопия	Самостоятельный поиск источников информации, подготовка рефератов, докладов, выполнение домашнего задания	4	-
4	ЭПР-метод анализа	Самостоятельный поиск источников информации, подготовка рефератов, докладов, выполнение домашнего задания	4	-
5	ЯМР-метод анализа	Самостоятельный поиск источников информации, подготовка рефератов, докладов, выполнение домашнего задания	5	-
6	Атомно-эмиссионный анализ	Самостоятельный поиск источников информации, подготовка рефератов, докладов, выполнение домашнего задания	5	-
7	Атомно-абсорбционный анализ	Самостоятельный поиск источников информации, подготовка рефератов, докладов, выполнение домашнего задания	5	-
8	Рентгенофлуоресцентный анализ	Самостоятельный поиск источников информации, подготовка рефератов, докладов, выполнение домашнего задания	5	-

9	Радиоспектроскопические методы анализа	Самостоятельный поиск источников информации, подготовка рефератов, докладов, выполнение домашнего задания	5	-
Итого:			40	-

4.7. Курсовые работы/проекты. Курсовые проекта/работы по дисциплине «Современные физико-химические методы анализа» учебным планом не предусмотрены.

5. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям и практическим занятиям.

6. Формы контроля освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем, ведущим практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- опрос для анализа усвоения материала предыдущей лекции
- домашние задания;
- доклады;
- рефераты;
- контрольные работы.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины проход в форме зачёта (включает в себя ответы на теоретические вопросы).

В экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по шкале, приведенной в таблице.

Шкала оценивания зачета	Характеристика знания предмета и ответов
зачтено	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.

	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
не зачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Золотов Ю.А. Основы аналитической химии: учебник в 2 т. М.: Академия, 2012 – 384 с.: ил. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/1373012/>
2. Основы общей и физической химии: Учебное пособие / Тихонова М. В., Екимова И. А. - 2015. 200 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5136> , свободный.
3. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. –М.: Мир, 1989. – 608 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2129333/>
4. Пентин Ю. А., Курамшина Г. М. Основы молекулярной спектроскопии. – М.: Мир, 2008. – 398 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/353922/>

б) дополнительная литература:

- 1 Бёккер Ю. Спектроскопия. – М.: Техносфера, 2009. – 528 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/911047/>
2. Хаханина, Т.И. Аналитическая химия: учеб. пособие / Т. И. Хаханина; Н. Г. Никитина. – Москва: Юрайт, 2010. - 278 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2917874/>
3. Химические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. Волосова, Е.В. Пашкова, А.Н., Шипуля и др. - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. - 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2883809/>
4. Хроматографические методы анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. В.Пашкова, Е. Волосова, А.Н., Шипуля и др. - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. - 59 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/787346/>

5. Карповский М.Г., Москалев Э.С. Спектральные методы анализа и синтеза дискретных устройств. Л.: Энергия, 1973. – 144 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/492319/>

6. Антропов Л.И. Теоретическая электрохимия: учебник для вузов / Л. И. Антропов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1969. - 509[3] с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/186776/>

7. Стромберг А.Г. Физическая химия: Учебник для вузов / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; ред. А. Г. Стромберг. - 4-е изд., испр. - М.: Высшая школа, 2001. - 526[2] с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/1547968/>

в) нормативные документы:

1. Конституция Луганской народной Республики. (с изменениями, внесенными законами Луганской Народной Республики от 24.09.2014 № 22-I, от 03.12.2014 № 1-II, от 03.03.2015 № 11-II, от 25.11.2017 № 195-II, от 02.02.2018 № 212-II, от 06.09.2018 № 263-II). – Режим доступа: <https://glava-lnr.info/dokumenty/konstituciya>

2. Положение о единой государственной системе гражданской защиты. Утверждено постановлением Совета Министров Луганской Народной Республики от 07 февраля 2017 года № 51/17. – Режим доступа: https://sovminlnr.ru/akt/10.02.2017/51_17.pdf

3. Трудовой кодекс Луганской Народной Республики. (с изменениями внесенными Законами Луганской Народной Республики от 04.03.2016 № 88-II, от 12.08.2016 № 113-II). – Режим доступа: <https://nslnr.su/zakonodatelstvo/normativno-pravovaya-baza/980/>

4. Закон ЛНР «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». – Режим доступа: <https://nslnr.su/zakonodatelstvo/normativno-pravovaya-baza/9469/>

5. Справочник спасателя. Книга 1. «Общие сведения о чрезвычайных ситуациях. Права и обязанности спасателей». Авторский коллектив: к.т.н. Нехорошев С.Н., к.т.н. Ульянов С.В., к.т.н. Зорин Г.Ф., Орешников П.А., Барсков В.В., Чумак С.П., Парамонов В.В., Хорушко С.В., Чичерина В.Б. ВНИИ ГОЧС. М., 2006. – Режим доступа: https://www.studmed.ru/spravochnik-spasatelya-chast-1-obshchie-svedeniya-o-chs-prava-i-obyazannosti-spasateley_8173e5b9f79.html

6. Справочник спасателя. Книга 2. «Спасательные работы при ликвидации последствий землетрясений, взрывов, бурь, смерчей и тайфунов». Авторский коллектив: Вороной С.М., к.в.н. Дарменко А.Ф., к.т.н. Коряжин С.П., Мажуховский З.И., Никонова Н.И., Парамонов В.В., Солнышков А.Ю., Хихленко В.Г., Хорушко С.В., Чичерина В.Б., Чумак С.П. ВНИИ ГОЧС. М., 2006. – Режим доступа: https://www.studmed.ru/spravochnik-spasatelya-chast-2-spasatelnye-raboty-pri-likvidacii-posledstviy-zemletryaseniy-vzryvov-bur-smerchey-tayfunov_e8a32c6f3a7.html

7. Справочник спасателя. Книга 6. «Спасательные работы по ликвидации последствий химического заражения». Авторский коллектив:

к.в.н. профессор Абрамов Ю.А., Вороной С.М., Вобликова М.И., к.в.н. Зайцев М.Г., к.в.н. Исаев В.С., Ивантеева Н.М., к.в.н. Мещеряков Е.М., к.в.н. Мартынов А.Б., Романов Н.В., Силос В.К., к.т.н. Шевченко А.В. ВНИИ ГОЧС. М., 2006. – Режим доступа: https://www.studmed.ru/spravochnik-spasatelya-chast-6-spasatelnye-raboty-pri-likvidacii-posledstviy-himicheskogo-zarazheniya_434def89655.html

8. Справочник спасателя. Книга 7. «Спасательные работы по ликвидации последствий радиоактивных загрязнений». Авторский коллектив: д.т.н. Галушкин Б.А., к.т.н. Азаров С.Г., Багаев Н.С., к.м.н. Грачев М.И., к.т.н. Клочков В.Н., к.т.н. Коростин А.С, Кунцевич А.А., к.м.н. Петросян Л.Н., Семенов В.В., к.т.н. Харичев Н.И. ВНИИ ГОЧС. М., 2006. – Режим доступа: https://www.studmed.ru/spravochnik-spasatelya-chast-7-spasatelnye-raboty-pri-likvidacii-posledstviy-radioaktivnyh-zagryazneniy_b7fb0f04dea.html

9. Справочник спасателя. Книга 10. «Производство взрывных работ при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ в различных чрезвычайных ситуациях». Авторский коллектив: к.т.н. Гребенюк А.М., д.т.н. Одинцов Л.Г., Васильев В.А., Шеломенцев С.В. М.: ФЦ ВНИИ ГОЧС, 2006. – Режим доступа: https://www.studmed.ru/spravochnik-spasatelya-chast-10-proizvodstvo-vzryvnyh-rabot-pri-provedenii-asdnr-v-razlichnyh-chs_282179e3d11.html

г) методические рекомендации:

1. Сборник задач и упражнений по общей химии: Сборник задач и упражнений по общей химии / Чикин Е. В. - 2012. 220 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/642>

2. Лабораторные работы по химии: Учебно-методическое пособие / Чикин Е. В. – 2012. 78 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/3020>

3. Химия: Методические указания для проведения практических занятий, лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Химия» / Тихонова М. В. – 2015. 26 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/publications/5137>

д) интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации. – Режим доступа: <http://минобрнауки.рф/>

2. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки. – Режим доступа: <http://obrnadzor.gov.ru/>

3. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики. – Режим доступа: <https://minobr.su>

4. Народный совет Луганской Народной Республики. – Режим доступа: <https://nslnr.su>

5. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru>

6. Федеральный портал «Российское образование» – Режим доступа: <http://www.edu.ru/>

7. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – Режим доступа: <http://fcior.edu.ru/>
9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>
10. Электронно-библиотечная система «Консультант-студента». – Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
11. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru». – Режим доступа: <https://www.studmed.ru>
12. Научная библиотека имени А. Н. Коняева. – Режим доступа: <http://biblio.dahluniver.ru/>
13. Научно-образовательный портал. – Режим доступа: <http://edu.tusur.ru/>
14. Информационно-справочный ресурс. – Режим доступа: <http://www.chemistry.narod.ru/>
15. Информационно-справочный ресурс. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/>
16. Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
17. Электронные книги по химии. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/>

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Современные физико-химические методы анализа» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам.

Прочее: рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx

Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

9. Оценочные средства по дисциплине

Паспорт

оценочных средств по учебной дисциплине

«Современные физико-химические методы анализа»

Перечень компетенций (элементов компетенций), формируемых в результате освоения учебной дисциплины (модуля) или практики

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Контролируемые темы учебной дисциплины, практики	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-2	Способен планировать и организовывать мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций, защите населения, объектов экономики и территорий в чрезвычайных ситуациях	ПК-2.14.	Тема 1. Основы аналитической химии. Классификация методов анализа Тема 2. Основные этапы анализа. Математическая точность результатов анализа и оценка их качества. Тема 3. Физико-химические методы анализа и их классификация. Общие методы количественного определения веществ.	3

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1.	ПК-2	ПК-2.14.	Знать: качественный и количественный анализ данных; п Проводит качественный и количественный анализ данных, выявляет ключевые факторы и тенденции, а также формулирует обоснованные прогнозы и рекомендации на основании полученной информации; Владеть: способами планирования и организации мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, защите населения, объектов экономики и территорий в чрезвычайных ситуациях.	Тема 1. Основы аналитической химии. Классификация методов анализа Тема 2. Основные этапы анализа. Математическая точность результатов анализа и оценка их качества. Тема 3. Физико-химические методы анализа и их классификация. Общие методы количественного определения веществ.	Доклад, реферат, сообщение, контрольная работа

Фонды оценочных средств по дисциплине «Современные физико-химические методы анализа»

Вопросы для обсуждения на практических занятиях (в виде докладов, сообщений)

1. Инструментальные методы анализа. Их классификация. Использование инструментальных методов анализа для веществ и их смесей.
2. Адсорбционные методы анализа. Объединенный закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент светопоглощения, его физический смысл.

3. Фотометрия. Разновидность фотометрического анализа: фотоколориметрия, спектрофотометрия. Способы определения концентрации в фото- и спектрофотометрии. Устройство фотоэлектроколориметра (Методы измерений оптической плотности на ФЭКе).
4. Потенциометрический анализ. Теоретические основы метода. Аппаратура. Типы рНметров. Область применения. Методика работы на рН-метрах отечественного производства.
5. Электроды сравнения и индикаторные, их выбор. Ионселективные электроды. Определение концентрации ионов в растворе.
6. Рефрактометрический метод анализа. Теоретические основы метода. Аппаратура. Применение рефрактометрии в аналитической химии.
7. Поляриметрический метод анализа. Сущность метода. Схема устройства поляриметра. Способы определения концентрации веществ. Аналитическое применение.
8. Классификация электрохимических методов анализа.
9. Потенциометрический анализ, его виды. Уравнение Нернста. Аппаратура. Аналитическое применение.
10. Определение конечной точки титрования в потенциометрическом анализе.
11. Выбор индикаторного электрода в потенциометрическом анализе. Привести примеры.
12. Инструментальное определение рН раствора.
13. Полярографический анализ. Теоретические основы метода. Аппаратура. Аналитическое применение.
14. Качественный полярографический анализ.
15. Количественный полярографический анализ.
16. Полярографическая волна, её характеристики. Факторы, влияющие на потенциал полуволны.
17. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Аппаратура. Аналитическое применение.
18. Виды кривых амперометрического титрования. Привести примеры и объяснить ход кривых титрования.
19. Общая характеристика хроматографических методов анализа.
20. Ионообменная хроматография в количественном анализе. Возможность метода. Примеры.
21. Ионообменные смолы. Их типы, характеристики.
22. Тонкослойная хроматография, её виды, примеры.
23. Бумажная хроматография. Основы метода. Виды, применение в анализе.
24. Турбидиметрия и нефелометрия. Основы метода. Применение в анализе.
25. Кулонометрия. Зависимость количества и массы окисленного или восстановленного в процессе электролиза вещества от количества прошедшего электричества. Кулонометры. Прямая кулонометрия и

- кулонометрическое титрование.
26. Вольтамперметрия. Зависимость предельного тока диффузии от концентрации электроактивного вещества. Качественное и количественное определение веществ при помощи вольтамперметрии.
 27. Полярография. Инверсионная вольтамперметрия с накоплением.
 28. Кондуктометрия. Зависимость электропроводности раствора от суммарной концентрации ионов в нем. Прямая кондуктометрия.
 29. Солемеры. Оценка солености природных вод, качества вин, соков и других напитков.
 30. Кондуктометрическое титрование. Кривые кондуктометрического титрования для реакций нейтрализации и осаждения.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «доклад, сообщение»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Доклад (сообщение) представлен(о) на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.)
4	Доклад (сообщение) представлен(о) на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.)
3	Доклад (сообщение) представлен(о) на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.)
2	Доклад (сообщение) представлен(о) на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Темы рефератов

1. Методы молекулярной спектроскопии.
2. Теоретические основы фотометрии.
3. Основной закон светопоглощения.
4. Фотоэлектроколориметрия.
5. Принципы работы фотоэлектроколориметра.
6. Методы определения концентрации веществ.
7. Принципы работы спектрофотометра СФ-26.
8. Современные спектрофотометры.
9. Область применения спектрофотометрии.

10. Нефелометрия и турбидиметрия.
11. Рефрактометрический метод анализа.
12. Принципы работы рефрактометра ИРФ -22.
13. Области применения рефрактометрии.
14. Поляриметрический анализ.
15. Принцип действия поляриметра.
16. Метод молекулярной люминесцентной спектроскопии.
17. Атомно-абсорбционный спектральный анализ.
18. Эмиссионный спектральный анализ.
19. Фотометрия пламени.
20. Уравнение Нернста. Гальванический элемент.
21. Перенос тока в растворах электролитов. Электролиз.
22. Законы Фарадея.
23. Классификация электрохимических методов анализа.
24. Классификация потенциометрических методов анализа.
25. Обработка результатов ионометрического анализа.
26. Потенциометрическое титрование.
27. Виды электродов и приёмы работы с ними.
28. Индикаторные электроды.
29. Электроды сравнения.
30. Приборы в потенциометрическом анализе.
31. Прямые кондуктометрические измерения.
32. Кондуктометрическое титрование.
33. Кулонометрический анализ.
34. Вольтамперометрический анализ.
35. Классическая полярография. Аппаратура и принцип метода.
36. Применение полярографии в анализе. Достоинства и недостатки полярографии как аналитического метода.
37. Амперометрическое титрование.
38. Классификация видов хроматографии.
39. Виды хроматографов.
40. Ионообменная хроматография.
41. Свойства и состав ионитов.
42. Подвижная фаза в ионообменной хроматографии.
43. Теоретические основы разделения. Практическое применение.
44. Ионная хроматография.
45. Высокоэффективная жидкостная хроматография.
46. Спектрофотометрический детектор (СФД).
47. Флуориметрический детектор (ФД).
48. Качественный и количественный анализ смеси аминокислот методом ОФ ВЭЖХ.
49. Бумажная хроматография. Теоретические основы метода.
50. Основные области применения хроматографии.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «реферат»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Реферат представлен на высоком уровне (студент в полном объеме осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, владеет профильным понятийным (категориальным) аппаратом и т.п.). Оформлен в соответствии с требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
4	Реферат представлен на среднем уровне (студент в целом осветил рассматриваемую проблематику, привел аргументы в пользу своих суждений, допустив некоторые неточности и т.п.). В оформлении допущены некоторые неточности в соответствии с требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
3	Реферат представлен на низком уровне (студент допустил существенные неточности, изложил материал с ошибками, не владеет в достаточной степени профильным категориальным аппаратом и т.п.). В оформлении допущены ошибки в соответствии с требованиями предъявляемыми к данному виду работ.
2	Реферат представлен на неудовлетворительном уровне или не представлен (студент не готов, не выполнил задание и т.п.)

Перечень контрольных вопросов промежуточных аттестаций (устных опросов).

1. Предмет аналитической химии.
2. Качественный и количественный анализ.
3. Классификация методов анализа: химические, физические, физико-химические методы.
4. Характеристики методов анализа: предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, основа, примесь.
5. Аналитический сигнал.
6. Интенсивность и разрешающая способность аналитического сигнала.
7. Селективность, специфичность и экспрессность методов анализа.
8. Направления развития аналитической химии.
9. Отбор, усреднение пробы и взятие навески.
10. Разложение (вскрытие) пробы.
11. Разложение выделение определяемого компонента и его концентрирование химическими, физическими и физико-химическими методами.
12. Регистрация и измерение величины аналитического сигнала.
13. Фон (шум).

14. Расчет результатов анализа.
15. Уравнение связи.
16. Градуировочный график.
17. Коэффициент чувствительности.
18. Точность анализа.
19. Абсолютная и относительная погрешность анализа.
20. Параметры качества анализа: правильность, точность, воспроизводимость и надежность.
21. Классификация погрешностей: случайные, грубые, систематические.
22. Стандартное отклонение.
23. Физико-химические методы анализа и их преимущества.
24. Классификация физикохимических методов анализа.
25. Прямые и косвенные ФХМА.
26. Эталонные и безэталонные ФХМА.
27. Основные методы количественного определения: метод градуировочной функции (стандартной серии), метод стандартов, метод стандартных добавок.
28. Спектры и их характеристики.
29. Спектральные методы анализа: эмиссионные, рефракционные, абсорбционные, методы рассеяния.
30. Оптические методы анализа.
31. Возбужденное состояние атомов.
32. Спектральные линии.
33. Спектры испускания и поглощения. Атомно-эмиссионная спектроскопия.
34. Монохроматизация излучения.
35. Методы регистрации спектров.
36. Количественный и качественный анализ в АЭС.
37. Атомно-абсорбционная спектроскопия.
38. Оптическая плотность.
39. Количественный анализ в ААС.
40. Методы молекулярно-абсорбционного анализа.
41. Колориметрия.
42. Коэффициент пропускания.
43. Закон Бугера-Ламберта-Бера.
44. Молярный коэффициент поглощения.
45. Методы количественного анализа в фотоколориметри
46. Хроматография.
47. Абсорбция, адсорбция.
48. Подвижная и неподвижная фаза.
49. Хроматографическая колонка.
50. Классификация хроматографических методов анализа.
51. Способы проведения хроматографии: фронтальный, вытеснительный, проявительный.
52. Газо-жидкостная хроматография.

53. Устройство и принцип работы газового хроматографа.
54. Детектирование в хроматографии.
55. Качественный хроматографический анализ.
56. Хроматографические пики. Хроматограмма.
57. Время и объем удерживания вещества.
58. Методы количественного анализа в ГЖХ.
59. Бумажная распределительная хроматография: восходящая, нисходящая, радиально-распределительная.
60. Коэффициенты подвижности.
61. Качественный и количественный анализ в бумажной хроматографии.
62. Классификация электродов: первого рода, второго рода, редокс-электроды, мембранные (ионселективные) электроды.
63. Индикаторные электроды, электроды сравнения, вспомогательные электроды.
64. Электродные процессы в растворах.
65. Электрическое сопротивление раствора.
66. Удельная и эквивалентная электропроводность.
67. Прямая и косвенная кондуктометрия.
68. Кондуктометрическое титрование.
69. Определение водородного показателя с помощью потенциометрии.
70. Кулонометрия.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «тесты»

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
5	Тесты выполнены на высоком уровне (правильные ответы даны на 90-100% тестов)
4	Тесты выполнены на среднем уровне (правильные ответы даны на 75-89% тестов)
3	Тесты выполнены на низком уровне (правильные ответы даны на 50-74% тестов)
2	Тесты выполнены на неудовлетворительном уровне (правильные ответы даны менее чем на 50% тестов)

Вопросы, включенные в контрольную работу Теоретические вопросы

1. Спектральные линии. Спектры испускания и поглощения.
2. Амперометрия.
3. Прямые и косвенные ФХМА. Эталонные и безэталонные ФХМА.
4. ИК-спектроскопия.
5. Предмет аналитической химии. Качественный и количественный анализ.

6. Основные методы количественного определения: метод градуировочной функции (стандартной серии), метод стандартов, метод стандартных добавок.
7. Характеристики методов анализа: предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, основа, примесь.
8. УФ-спектроскопия.
9. Селективность, специфичность и экспрессность методов анализа.
10. Количественный и качественный анализ в АЭС.
11. Аналитический сигнал. Интенсивность и разрешающая способность аналитического сигнала.
12. Хроматография. Абсорбция, адсорбция.
13. Направления развития аналитической химии.
14. Хроматографическая колонка.
15. Отбор, усреднение пробы и взятие навески. Разложение (вскрытие) пробы. Разложение, выделение определяемого компонента и его концентрирование химическими, физическими и физико-химическими методами.
16. Коэффициент пропускания. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения.
17. Точность анализа. Абсолютная и относительная погрешность анализа.
18. Газо-жидкостная хроматография.
19. Уравнение связи. Градуировочный график. Коэффициент чувствительности.
20. Методы количественного анализа в ГЖХ.
21. Регистрация и измерение величины аналитического сигнала.
22. Бумажная распределительная хроматография: восходящая, нисходящая, радиально-распределительная.
23. Параметры качества анализа: правильность, точность, воспроизводимость и надежность.
24. Классификация электродов: первого рода, второго рода, редокс-электроды, мембранные (ионселективные) электроды.
25. Физико-химические методы анализа и их преимущества. Классификация физико-химических методов анализа.
26. Тонкослойная хроматография.
27. Спектральные методы анализа: эмиссионные, рефракционные, абсорбционные, методы рассеяния.
28. Электрогравиметрия.
29. Оптические методы анализа. Возбужденное состояние атомов.
30. Устройство и принцип работы газового хроматографа.
31. Классификация погрешностей: случайные, грубые, систематические.
32. Электрическое сопротивление раствора. Удельная и эквивалентная электропроводность.
33. Количественный анализ в ААС.

34. Индикаторные электроды, электроды сравнения, вспомогательные электроды.
35. Стандартное отклонение.
36. Определение водородного показателя с помощью потенциометрии.
37. Классификация методов анализа: химические, физические, физико-химические методы.
38. Кулонометрия.
39. Методы регистрации спектров.
40. Прямая и косвенная кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование.
41. Монохроматизация излучения.
42. Качественный и количественный анализ в бумажной хроматографии.
43. Методы количественного анализа в фотоколориметрии
44. Электродные процессы в растворах.
45. Способы проведения хроматографии: фронтальный, вытеснительный, проявительный.
46. Ионообменная хроматография.
47. Спектры и их характеристики.
48. Хроматографические пики. Хроматограмма. Время и объем удерживания вещества.
49. Методы молекулярно-абсорбционного анализа.
50. Детектирование в хроматографии.
51. Атомно-абсорбционная спектроскопия.
52. Коэффициенты подвижности.
53. Оптическая плотность.
54. Качественный хроматографический анализ.
55. Фон (шум). Расчет результатов анализа.
56. Рентгеновская спектроскопия.
57. Подвижная и неподвижная фаза.
58. Классификация хроматографических методов анализа.
59. Атомно-эмиссионная спектроскопия.
60. Колориметрия.

Практические вопросы к контрольной работе.

1. Для определения фторид-ионов методом калибровочного графика приготовили серию стандартных растворов и измерили потенциалы фторид-селективного электрода относительно хлорсеребряного электрода сравнения. Используя полученные данные, построить калибровочный график:

C_F, M	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$
E, mV	330	275	225	170	120

По калибровочному графику определить концентрацию фторид-ионов (г/л) в исследуемом образце, если 15 мл исследуемого раствора поместили в колбу вместимостью 100 мл и довели объем до метки фоновым раствором. Потенциал фторид-селективного электрода в полученном растворе составил 195 мВ.

2. Навеску железосодержащей руды массой 0,3241 г растворили в кислоте без доступа воздуха, перенесли в мерную колбу вместимостью 200 мл и довели объем до метки. Отобрали аликвоту полученного раствора 10 мл, поместили в стакан для титрования и оттитровали железо (II) потенциометрически 0,0500 н раствором KMnO_4 .

Таблица

V , мл	2,5	2,6	2,7	2,8	2,85	2,9	3	3,1	3,2
E , мВ	585	570	550	530	410	180	165	155	145

По полученным результатам построить интегральную и дифференциальную кривые титрования и рассчитать массовую долю железа в руде.

3. Для определения уксусной и соляной кислот в их смеси 5 мл анализируемого раствора поместили в стакан для титрования и оттитровали потенциометрически 0,0500 н раствором KOH . Используя полученные данные:

V , мл	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
pH	2,35	2,4	2,45	2,55	2,9	3,55	4,8

V , мл	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
pH	4,95	5,45	6,1	9,4	11,1	11,3	11,5

построить кривые титрования и определить концентрации кислот (моль/л) в исследуемом растворе.

2. Анализируемую смесь веществ HCl и HF массой 1,2365 г поместили в мерную колбу вместимостью 100,0 мл и довели объем до метки. При титровании аликвоты 10,0 мл раствором KOH с концентрацией 0,09999 н. получили следующие результаты:

Таблица

$V(\text{KOH})$, мл	5,00	6,00	7,00	8,00	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0
I , мА	2,42	2,15	1,88	1,76	1,80	1,83	1,86	1,98	2,44	2,90

Построить кривую титрования и вычислить массу, массовые концентрации и массовые доли (%) анализируемых веществ.

3. Используя стандартные растворы, построили градуировочный график (табл.1). При измерении была получена величина аналитического сигнала $\chi_{\lambda=200}$ См/см. Определить массовую и нормальную концентрации NaOH.

Таблица

C, н.	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5
χ , См/см	209	203	196	187	178

4. При полярографировании стандартных растворов меди (II) получили следующие результаты (Табл.).

Таблица

$C(\text{Cu}^{2+}) \cdot 10^3$, г/мл	0,5	1,0	1,5	2,0
h, мм	9,0	17,5	26,2	35,0

Навеску латуни массой 0,1200 г растворили, и раствор разбавили до 50,0 мл. Вычислить массовую долю меди (II) в образце латуни, если высота волны на полярограмме оказалась равной 23,0 мм.

5. Для определения кадмия в сплаве методом добавок навеску сплава массой 3,7460 г растворили в смеси кислот и полученный раствор разбавили до 250,0 мл. Аликвоту объемом 20,0 мл полярографировали и измерили высоту полярографической волны кадмия равную 18,5 мм. Другие компоненты сплава при условиях проведения анализа не мешали определению кадмия. После добавления в электролизер 5,00 мл 0,0300 М раствора CdSO_4 высота волны увеличилась до 23,5 мм. Определить массовую долю (%) кадмия в сплаве.

6. Определить концентрацию кадмия (мг/л) в растворе, если при амперометрическом титровании 25,0 мл этого раствора раствором $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ с $\text{TK}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] / \text{Cd} = 0,00358$ г/мл получили следующие результаты (Табл.).

Таблица

$V_{\text{титранта}}$, мл	0	0,20	0,40	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
I_d , мкА	75,0	75,0	75,0	75,0	120,0	165,0	210,0	255,0	300,0

7. Навеску сплава массой 0,8456 г растворили и путем электролиза при силе тока 0,200 А за 20,0 мин выделили полностью на катоде кадмий. Вычислить массовую долю (%) кадмия в сплаве.

8. Навеску пикриновой кислоты массой 0,0060 г растворили и количественно восстановили в кулонометрической ячейке по реакции

$C_6H_2(OH)(NO_2)_3 + 18H^+ + 18e^- = C_6H_2(OH)(NH_2)_3 + 6H_2O$ Количество затраченного электричества установили по количеству выделившегося в йодном кулонометре йода, на титрование которого потребовалось 21,15 мл 0,0200 н раствора $Na_2S_2O_3$. Рассчитать массовую долю (%) пикриновой кислоты в навеске.

9. Раствор $K_2Cr_2O_7$ объемом 25,00 мл оттитровали ионами железа (II), генерируемыми при силе тока 0,250 А в течение 35,0 мин. Конец реакции фиксировался по фотометрическим данным. Определить массу $K_2Cr_2O_7$ (г) в растворе.

10. При спектрофотометрическом определении Ca^{2+} в виде комплексного соединения с комплексомом III оптическая плотность раствора, содержащего 0,022 мг Ca^{2+} в 50,0 мл органического растворителя, оказалась равной $A = 0,326$. Измерения проводились в кювете с толщиной слоя $l = 5$ см при определенных условиях. Вычислить значение молярного коэффициента поглощения комплекса.

11. Для определения содержания Fe в анализируемом образце методом добавок навеску 0,3250 г растворили, перенесли в мерную колбу вместимостью 100,0 мл и довели объем раствора до метки. Для приготовления окрашенного раствора отобрали аликвоту 20,0 мл, добавили необходимые реактивы и довели объем раствора до 50,0 мл. Оптическая плотность исследуемого раствора и такого же раствора с добавкой 0,2 мг Fe равны $A_x = 0,250$ и $A_{x+ст} = 0,370$ соответственно. Рассчитать массовую долю (%) Fe в образце.

12. Навеску $K_2Cr_2O_7$ массой 0,7323 г растворили в колбе вместимостью 500,0 мл. Для построения градуировочного графика в мерные колбы вместимостью 50,0 мл поместили V_n , мл этого раствора (табл.), добавили реактивы и довели до метки. Измерили оптические плотности относительно первого раствора. Навеску анализируемого образца массой 1,2580 г растворили в колбе вместимостью 100,0 мл.

Аликвоту 10,0 мл поместили в мерную колбу вместимостью 50,0 мл, добавили реактивы и довели раствор до метки. Измерили относительную оптическую плотность, как при построении градуировочного графика $A_{отн,x} = 0,40$. Вычислить массовую долю (%) хрома в образце.

Таблица

V_n , мл	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0
$A_{отн}$	0,250	0,450	0,650	0,850	0,950

13. Навеску 1,5432 г образца после растворения поместили в мерную колбу вместимостью 200,0 мл, добавили необходимые реагенты для получения окрашенного раствора и довели объем до метки дистиллированной водой. Затем взяли аликвоту 5,0 мл и оттитровали 0,05 н. раствором ЭДТА при определенной длине волны. Построить кривую титрования (табл.) и определить массовую долю Zn в образце (%).

Таблица

$V(\text{ЭДТА}), \text{ мл}$	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1
A	0,70	0,70	0,72	0,98	1,23	1,25	1,25

14. Для определения калия методом градуировочного графика приготовили серию стандартных растворов KCl и провели их фотометрирование в пламени. Результаты фотометрирования:

$C(\text{K}), \text{ мг/л}$	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
показания прибора	12	23	50	71	92	122

Навеску образца соли 0,2548 г растворили в 100 мл дистиллированной воды. Аликвоту раствора 10 мл поместили в колбу вместимостью 250 мл и довели до метки дистиллированной водой. Полученный раствор фотометрировали при тех же условиях, что и стандартные растворы, отсчет составил 82 ед. Построить градуировочный график и определить содержание калия в образце (%).

15. Для определения калия в удобрении методом двух добавок навеску удобрения 0,2146 г растворили в 200,0 мл дистиллированной воды. В три мерные колбы вместимостью 50,0 мл поместили по 15,0 мл этого раствора. Во вторую и третью колбы добавили соответственно 5,0 и 10,0 мл стандартного раствора, полученного растворением 0,1525 г KCl в 100 мл дистиллированной воды. Все растворы довели до метки и измерили интенсивность излучения калия в пламени. Результаты фотометрирования:

I_x	$I_{x+ст1}$	$I_{x+ст2}$
38,0	62,5	87,0

Определить массовую долю калия в удобрении.

16. При определении содержания марганца в легированной стали применили метод сравнения. Навеску стали 4,9912 г растворили в кислоте и довели объем раствора до 250 мл. Для измерений отобрали аликвоту раствора 10 мл, поместили в колбу вместимостью 50 мл и довели объем до метки. При фотометрировании в высокотемпературном пламени интенсивность излучения составила 78 ед. Интенсивность излучения стандартного $3,0 \cdot 10^{-4}$ М раствора MnCl_2 составила 54 ед. Определить содержание марганца в стали (%).

17. Для определения Sr (II) в образце методом фототурбидиметрического титрования навеску 0,5369 г анализируемого вещества поместили в мерную колбу вместимостью 100,0 мл и довели объем до метки дистиллированной водой. Затем взяли аликвоту 15,0 мл, добавили необходимые реагенты и оттитровали 0,0500 М $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Построить

кривую титрования и определить массовую долю Sr (II) (%) в образце по результатам измерений, приведенным в табл.

Таблица

$V((\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4)$, мл	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
A	0,3	0,4	0,5	0,6	1,1	1,7	2,2

18. При турбидиметрическом определении Mg^{2+} в мерную колбу вместимостью 50,0 мл поместили 0,1997 г MgCl_2 и довели раствор до метки. Для построения градуировочного графика отобрали объемы V_n этого раствора, которые после добавления стабилизирующего коллоида и необходимых реагентов довели водой до 100,0 мл, а затем измерили кажущиеся оптические плотности раствора (табл.).

Таблица

V_n , мл	2	4	6	8
A	0,25	0,35	0,45	0,56

Навеску природного объекта массой 35,0269 г обработали, перенесли в мерную колбу вместимостью 1,0 л. Аликвоту 10,0 мл анализируемого раствора разбавили до 250,0 мл, затем 5,00 мл этого раствора перенесли в колбу вместимостью 100,0 мл и приготовили в ней суспензию. Значение оптической плотности данного раствора $A_x=0,38$. Определить концентрацию (г/л) и массовую долю (%) Mg^{2+} в анализируемом растворе.

19. Определить нормальную концентрацию муравьиной кислоты, если показатель преломления 12,21 % -го раствора ее равен 1,3405, а показатель преломления исследуемого раствора равен 1,3375, с учетом того, что между концентрацией и показателем преломления в этом интервале существует прямолинейная зависимость. ($n_{\text{H}_2\text{O}} = 1.3330$).

20. Для определения состава раствора этилового спирта в воде были определены показатели преломления стандартных растворов (табл.)

Таблица

C , г/100 мл	5	10	15	20	25
n_D^{20}	1.3362	1.3396	1.3433	1.3470	1.3504

Показатель преломления исследуемого раствора составил 1,3450. Рассчитать молярную концентрацию этилового спирта.

21. Найти концентрацию (масс.%) нитроэтана в смеси с нитробензолом если удельная рефракция смеси $0,255 \text{ см}^3/\text{г}$, плотности $\rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2) = 1,038$ и $\rho(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 1,1930 \text{ г/см}^3$; а показатели преломления $n(\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2) = 1,3902$ и $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 1,5526$.

В табл. приведены показатели преломления растворов NaNO_3 при различных концентрациях.

Таблица

$C, \text{г/100 мл}$	2	4	6	8	10
n	1,3354	1,3376	1,3397	1,3418	1,3439

Рассчитайте рефрактометрические факторы, усредните и определите концентрацию вещества (моль/л) в растворе, если его показатель преломления равен 1,3385.

22. Для определения примесей в загрязненной соли KCl навеску 1,3551 г растворили в 200 мл дистиллированной воды. Для анализа отобрали аликвоту 10 мл и пропустили через колонку с анионитом в OH- форме. Элюат оттитровали 0,1000 н раствором HCl . Определить массовую долю примесей в соли, если на титрование израсходовано 8,3 мл HCl .

23. К навеске набухшего катионита в H+ -форме (2,5 г в пересчете на сухой ионит), обменная емкость которого составляет 3,6 ммоль-экв/г, прилили 100 мл 0,06 М раствора CuSO_4 . Определить концентрацию ионов Cu^{2+} в растворе после установления равновесия.

24. Через колонку, содержащую 4 г катионита в H+ -форме, пропустили 150 мл 0,05 М FeCl_3 . Выходящий из колонки элюат собирали порциями по 25 мл, обрабатывали раствором $\text{KCNS} + \text{HNO}_3$ для получения окрашенных комплексов и фотометрически определяли концентрацию железа (III) в элюате, моль/л. Рассчитать полную динамическую обменную емкость катионита (ПДОЕ) по железу.

№ порции	1	2	3	4	5	6
$C(\text{Fe}^{3+}), \text{М}$	0	0	0,004	0,03	0,05	0,05

25. Рассчитать массовую долю (%) компонентов смеси по данным, полученным методом газо-жидкостной хроматографии (табл.):

Таблица

Вещество	$S, \text{мм}^2$	k
бензол	35,6	0,78
гексан	24,8	0,86
этанол	50,2	1,40
о-ксилол	10,3	0,84

26. Фракцию, полученную после выделения о-ксилола из продуктов каталитического риформинга, проанализировали методом газо-жидкостной хроматографии на содержание этилбензола с применением толуола в качестве внутреннего стандарта (табл.):

Таблица

Взято		$S_{\text{этилбензола}},$ мм ²	k	$S_{\text{толуола}},$ мм ²	k
$m(\text{фракции}), \text{г}$	$m(\text{толуола}), \text{г}$				
18,54	1,98	108	0,82	95	0,79

Рассчитать массовую долю (%) этилбензола во фракции.

27. α -метилстирол в фенольной фракции производства ацетона и фенола кумольным методом определяли методом газовой хроматографии, используя стирол в качестве внутреннего стандарта, и получили следующие данные для градуировочного графика (табл.)

Таблица

ω α -метилстирола	1,0	2,0	3,0	4,0
$\frac{S_{\alpha\text{-метилстирола}}}{S_{\text{стирола}}}$	0,88	1,10	1,32	1,56

Рассчитать массовую долю (%) α -метилстирола в исследуемом образце, если основание пика α -метилстирола равно 24 мм а высота – 80 мм, основание пика стирола – 20 мм а высота – 68 мм. При решении принять k обоих веществ равным 1.

28. Для хроматографического определения меди на бумаге, импрегнированной диэтилдитиокарбаминатом свинца методом осадочной хроматографии приготовили три стандартных раствора. Для этого навеску $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ массой 0,6254 г растворили в колбе объемом 100 мл. Затем из этой колбы взяли 10,0, 15,0 и 20,0 мл раствора и разбавили в колбах на 50 мл. Исследуемый раствор также разбавили в колбе на 50,0 мл.

Определить содержание меди в исследуемом растворе (г), если высота пиков окрашенных зон для стандартных растворов равны 27,8, 40,2 и 65,1 мм, а для исследуемого раствора 52,1 мм.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству контрольная работа.

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
отлично (5)	Студент глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
хорошо (4)	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество

	ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
удовлетворительно (3)	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
неудовлетворительно (2)	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы

Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет).

1. Предмет аналитической химии. Качественный и количественный анализ.
2. Классификация методов анализа: химические, физические, физико-химические методы.
3. Характеристики методов анализа: предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, основа, примесь.
4. Аналитический сигнал. Интенсивность и разрешающая способность аналитического сигнала.
5. Селективность, специфичность и экспрессность методов анализа.
6. Направления развития аналитической химии.
7. Отбор, усреднение пробы и взятие навески. Разложение (вскрытие) пробы. Разложение, выделение определяемого компонента и его концентрирование химическими, физическими и физико-химическими методами.
8. Регистрация и измерение величины аналитического сигнала.
9. Фон (шум). Расчет результатов анализа.
10. Уравнение связи. Градуировочный график. Коэффициент чувствительности.
11. Точность анализа. Абсолютная и относительная погрешность анализа.
12. Параметры качества анализа: правильность, точность, воспроизводимость и надежность.
13. Классификация погрешностей: случайные, грубые, систематические.
14. Стандартное отклонение.
15. Физико-химические методы анализа и их преимущества. Классификация физико-химических методов анализа.
16. Прямые и косвенные ФХМА. Эталонные и безэталонные ФХМА.
17. Основные методы количественного определения: метод градуировочной функции (стандартной серии), метод стандартов, метод стандартных добавок.

18. Спектры и их характеристики.
19. Спектральные методы анализа: эмиссионные, рефракционные, абсорбционные, методы рассеяния.
20. Оптические методы анализа. Возбужденное состояние атомов.
21. Спектральные линии. Спектры испускания и поглощения.
22. Атомно-эмиссионная спектроскопия.
23. Монохроматизация излучения.
24. Методы регистрации спектров.
25. Количественный и качественный анализ в АЭС.
26. Атомно-абсорбционная спектроскопия.
27. Оптическая плотность.
28. Количественный анализ в ААС.
29. Методы молекулярно-абсорбционного анализа.
30. Колориметрия.
31. Коэффициент пропускания. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Молярный коэффициент поглощения.
32. Методы количественного анализа в фотоколориметрии
33. ИК-спектроскопия.
34. Рентгеновская спектроскопия.
35. УФ-спектроскопия.
36. Хроматография. Абсорбция, адсорбция.
37. Подвижная и неподвижная фаза.
38. Хроматографическая колонка.
39. Классификация хроматографических методов анализа.
40. Способы проведения хроматографии: фронтальный, вытеснительный, проявительный.
41. Газо-жидкостная хроматография.
42. Устройство и принцип работы газового хроматографа.
43. Детектирование в хроматографии.
44. Качественный хроматографический анализ.
45. Хроматографические пики. Хроматограмма. Время и объем удерживания вещества.
46. Методы количественного анализа в ГЖХ.
47. Бумажная распределительная хроматография: восходящая, нисходящая, радиально-распределительная.
48. Коэффициенты подвижности.
49. Качественный и количественный анализ в бумажной хроматографии.
50. Тонкослойная хроматография.
51. Ионообменная хроматография.
52. Классификация электродов: первого рода, второго рода, редокс-электроды, мембранные (ионселективные) электроды.
53. Индикаторные электроды, электроды сравнения, вспомогательные электроды.
54. Электродные процессы в растворах.

55. Электрическое сопротивление раствора. Удельная и эквивалентная электропроводность.

56. Прямая и косвенная кондуктометрия. Кондуктометрическое титрование.

57. Определение водородного показателя с помощью потенциометрии.

58. Кулонометрия.

59. Электрогравиметрия.

60. Амперометрия.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «зачет».

Шкала оценивания зачета	Характеристика знания предмета и ответов
зачтено	Студент глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Студент знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Студент знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно четкие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
не зачтено	Студент не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)