

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.О.24
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитический контроль качества сырья и продукции

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
18.03.01 Химическая технология

направленность (профиль)
Машины и аппараты химических производств

Форма обучения: очно-заочная

Год набора: 2025

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	А	Итого
Форма контроля	экзамен	
Вид занятий		
Лекции	24	24
Лабораторные	24	24
Практические	12	12
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	60,35	60,35
Самостоятельная работа	48	48
Контроль	35,65	35,65
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.х.н. Гусев Д. М.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☐

Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 18.03.01 Химическая технология

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2030 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Химическая технология и ресурсосбережение»

(протокол заседания № 2 от «23» сентября 2024 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов базовых знаний о современных методах исследования в области контроля качества, формирование умений и навыков при отборе проб и реализации методов контроля качества оценки сырья и продукции.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Высшая математика», «Химическая органических и неорганических веществ».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Моделирование и оптимизация энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии» «Процессы и аппараты в химической технологии и биотехнологии», «Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ОПК-4 Способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.	ОПК-4.1 Осуществляет контроль параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, а также контроль изменения параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.	Знать: - возможности методов аналитического контроля - основные требования к технологическому процессу, регламент процесса - правила безопасной работы в инструментальной химии.
		Уметь: - использовать принципы аналитического контроля качества сырья и продукции; - выбирать оптимальные методы исследования в зависимости от технологического процесса.
	ОПК-4.2 Способность использовать в профессиональной деятельности основы	Владеть: - методиками проведения измерений основных параметров технологического процесса; - навыками работы на приборах, используемых в практике аналитического контроля. Знать: - теоретические основы современных методов аналитического контроля и области их применения;

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
	проектирования оборудования для надежной реализации технологических процессов, а также разрабатывать техническую документацию.	<p>- области применения современного лабораторного оборудования.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правильно определять аналитическую задачу; - выполнять анализ по соответствующей методике. - анализировать полученные результаты исследований с целью установления выполнения поставленных задач и достижения цели. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техникой инструментальных методов анализа - общей методологией получения информации о составе и природе вещества; - компьютерными программами для оформления отчетов и презентаций по полученным результатам.
	ОПК-4.3 Способность осуществлять метрологическое сопровождение технических средств для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, контролировать соответствие сырья и готовой продукции требованиям нормативно-технической документации.	<p>Знать: принципы строения вещества и протекания химических процессов.</p> <p>Уметь: анализировать источники информации с целью выбора более эффективного метода анализа для решения аналитической задачи.</p> <p>Владеть: навыками экспериментатора, способного осуществить все этапы технологического процесса.</p>
ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности,	ОПК-5.1 Осуществляет экспериментальные исследования с использованием имеющихся методик и с соблюдением правил техники безопасности.	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - практические приемы аналитического контроля качества сырья и продукции; - правила работы в лаборатории и нормы техники безопасности. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать методики по которым осуществляются экспериментальные исследования;

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.		- проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.
		Владеть: - навыками экспериментатора, способного осуществить все этапы технологического процесса.
	ОПК-5.2 Интерпретирует результаты химических наблюдений с использованием физических законов и представлений.	Знать: - теоретические основы современных методов аналитического контроля и области их применения; - области применения современного лабораторного оборудования.
		Уметь: - представлять данные аналитического контроля согласно требований к стандартизации и сертификации продуктов. Владеть: - методами анализа и систематизации данных; - способами выявления нарушений в качестве сырья и продукции.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интер актив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Организация аналитического контроля на производстве	Лек1	Задачи аналитического контроля качества сырья и продукции. Аналитическая служба. Нормативные документы. Государственные стандарты, технические условия, ASTM.	8	2	-	-	-
	Лаб1	Химические методы анализа, применяемые для контроля качества сырья и продукции.	8	4	-	-	Отчёт по лабораторной работе
	Лек2	Виды технического контроля. Маркировочные, экспрессные, арбитражные анализы.	8	2	-	-	-
	Лек3	Требования, предъявляемые к аккредитованным аналитическим (испытательным) лабораториям. Аккредитация лаборатории, аттестат об аккредитации и область аккредитации.	8	2	-	-	-
	Лаб2	Химические методы анализа, применяемые для контроля качества сырья и продукции.	8	4	-	-	Отчёт по лабораторной работе
	Лек4	Метрологические характеристики результатов анализа.	8	2	-	-	-
	Пр1	Изучение нормативно-технической документации, регламентирующей деятельность аккредитованной аналитической лаборатории (испытательной лаборатории).	8	4	-	-	Вопросы к экзамену № 1-3
	Лек5	Персонал лаборатории. Требования к помещению лаборатории. Требования к документации, оборудованию и химическим реактивам.	8	2	-	-	-
	Лаб3	Хроматографические методы анализа, применяемые для контроля качества сырья и продукции.	8	4	-	-	Отчёт по лабораторной работе
	Лек6	Качество измерений. Внутрिलाбораторный контроль качества измерений.	8	2	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интер актив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Лек7	Аналитический контроль качества объектов окружающей среды.	8	2	-	-	-
	Лаб4	Хроматографические методы анализа, применяемые для контроля качества сырья и продукции.	8	4	-	-	Отчёт по лабораторной работе
	Лек8	Лабораторный анализ нефти и нефтепродуктов.	8	1	-	-	-
	Пр2	Изучение нормативно-технической документации (ГОСТы, ТУ) на конкретные химические продукты.	8	4	-	-	Вопросы к экзамену № 6-10
	Лек9	Лабораторный анализ нефти и нефтяных топлив.	8	1	-	-	-
	Лаб5	Физико-химические методы аналитического контроля качества сырья и продукции (оптические методы).	8	2	-	-	Отчёт по лабораторной работе
	Лек10	Современные инструментальные методы в комплексах автоматизированного контроля качества технологического процесса.	8	1	-	-	-
Модуль 2. Аналитический контроль качества сырья и продукции производств	Лек11	Аналитический контроль качества производства капролактама и полиамида. Требования, предъявляемые к исходному сырью. Показатели качества сырья и методики их определения. Контроль технологического процесса (обзорно).	8	1	-	-	-
	Лаб6	Физико-химические методы аналитического контроля качества сырья и продукции (оптические методы).	8	2	-	-	Отчёт по лабораторной работе
	Лек12	Капролактамы и полиамиды, требования, предъявляемые к качеству этих продуктов. Методики определения основных показателей качества капролактама и полиамида.	8	1	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интер актив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр3	Нахождение составляющих погрешности МВИ (сходимости, воспроизводимости и правильности).	8	2	-	-	Вопросы к экзамену № 14-17
	Лек13	Аналитические контроль качества мономеров синтетических каучуков (изопрен, изобутилен, дивинил, стирол, α -метилстирол). Требования, предъявляемые к сырью и к готовым мономерам.	8	1	-	-	-
	Лаб7	Физико-химические методы аналитического контроля качества сырья и продукции (электрохимические методы).	8	2	-	-	Отчёт по лабораторной работе
	Лек14	Основные показатели качества мономеров и методы их определения. Специальные газохроматографические методы анализа мономеров.	8	1	-	-	-
	Лек15	Аналитические контроль качества производства синтетических каучуков. Синтетические каучуки общего и специального назначения.	8	1	-	-	-
	Лаб8	Сенсорный анализ в аналитическом контроле качества технологического процесса, качества сырья и продукции.	8	2	-	-	Отчёт по лабораторной работе
	Лек16	Основные показатели качества каучуков, выпускаемых на местных предприятиях и методики их определения.	8	1	-	-	-
	Пр4	Изучение аналитического контроля конкретного производства (к выпускной квалификационной работе).	8	2	-	-	Контрольная работа
	Лек17	Аналитический контроль на производствах метанола, аммиака и карбамидо-формальдегидного концентрата.	8	1	-	-	-

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интер актив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	СР	Изучение теоретического материала. Подготовка отчетов по лабораторным работам и к практическим занятиям.	8	48	-	-	Вопросы к экзамену №1- №48
	Контроль	Подготовка к экзамену	8	35,65	-	-	Вопросы к экзамену №1- №48. Отчеты по всем лабораторным работам. Результат контрольной работы
	ПА	Экзамен	8	0,35	-	-	Экзамен
Итого:				144			

5. Образовательные технологии

При реализации дисциплины используется технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения. К формам обучения относятся лекции, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа. На лекциях используются наглядные и словесные методы обучения, на практических и лабораторных занятиях – наглядные, словесные и практические методы. Оценивание знаний студентов производится по балльно-рейтинговой системе.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Модуль 1

Введение

Темы лекционных занятий: Основные понятия в области контроля качества продукции. Цели и задачи дисциплины. Актуальность проблемы. Значение контроля качества в современных технологиях. Классификация и краткая характеристика отдельных видов контроля. Роль аналитического контроля в повышении эффективности производства при рациональном использовании вторичных материальных ресурсов и прогрессивных передовых технологий. Понятие о стандартизации и сертификации. Показатели качества сырья и продукции.

Классификация и функции лабораторий. Оснащение лабораторий. Штат лаборатории и его должностные обязанности. Основные первичные документы. Аттестация лабораторий. Правила разработки и постановки новой продукции на производство.

Темы практического занятия: Аналитический и экспертный контроль. Преимущества и недостатки различных методов контроля. Правила приведения результатов испытаний и измерений. Оформление отчетов. Статистическая обработка результатов анализа.

Темы лабораторных занятий: Оценка погрешностей мерной посуды, приемы взятия точной массы и объема

Изучив данный модуль, студент должен: сформировать представление о задачах аналитического контроля, его роли в производстве, о функции лабораторий аналитического контроля.

Знать: виды контроля, показатели качества сырья и продукции, методы оценки правильности, сходимости, достоверности результата.

Уметь: оценивать возможности методов контроля, применять методы обработки результатов на практике, оценивать достоверность и погрешность проведенных измерений.

Владеть: методами вычислений основных критериев метрологии, компьютерными программами по обработке данных

Методические рекомендации по изучению темы:

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Сформировать понимание основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.
- Ответить на контрольные вопросы:
 1. Что такое стандартизация и сертификация?
 2. Какие показатели качества сырья и продукции Вы знаете?
 3. Приведите классификации методов контроля
 4. Что включает в себя аттестация лабораторий?
 5. Как исключаются грубые погрешности (промахи)?
 6. Что такое достоверность, правильность и сходимость результатов?
 7. Как и для чего рассчитывают критерий Стьюдента?
 8. Как рассчитать погрешность измерения?

9. Что такое доверительный интервал?
10. Как рассчитать необходимое число параллельных измерений для получения результата с заданной точностью?
11. Для чего используют критерий Фишера?

Модуль 2

Методы пробоотбора и пробоподготовки

Темы лекционных занятий: Пробоотбор. Основные приемы, виды проб. Требования к пробам. Пробоподготовка. Приемы разложения проб. Методы разделения и концентрирования.

Темы лабораторных занятий: Гравиметрия в методах контроля качества сырья и продукции

Темы практических занятий: Схема выбора метода пробоподготовки. Расчет навески для анализа. Решение задач на тему «Экстракция». Решение задач на тему «Хроматографические методы разделения»

Изучив данный модуль, студент должен: сформировать представление об основных способах пробоотбора и пробоподготовки, методах концентрирования и разделения, а также о состоянии современного газохроматографического анализа, его возможностях, основных направлениях и тенденциях развития.

Знать:

- виды проб и требования к ним;
- приемы разложения проб;
- суть процесса экстракции и аппаратное оформление процесса;
- суть гравиметрического анализа;
- теоретические основы газовой хроматографии, основные методы качественного и количественного хроматографического анализа;
- аппаратное оформление газохроматографического процесса

Уметь:

- проводить расчеты в гравиметрических методах и методах экстракции;
- определять основные характеристики хроматографического процесса из хроматограммы; интерпретировать экспериментальные результаты
- подбирать оптимальные условия проведения экстракции и хроматографического разделения

Владеть:

- методиками поиска подходящего варианта пробоотбора, пробоподготовки и разделения веществ;
- навыками работы на современном хроматографическом оборудовании.

Методические рекомендации по изучению темы

При освоении темы необходимо:

• Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей

• Сформировать понимание важности этапа пробоподготовки, сформировать представление о возможностях и задачах экстракции, а также о физико-химических процессах удерживания сорбатов различного строения на различных по природе неподвижных фазах

• Ответить на контрольные вопросы:

1. Какие бывают классификации проб?
2. Назовите основные требования при отборе проб?
3. Что такое разложение проб?
4. Приведите основные характеристики и параметры процесса экстракции. Что такое степень извлечения?

5. Дайте определение хроматографии.
6. Перечислите способы получения хроматограмм. Что используется в качестве элюентов в каждом из способов?
7. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?
8. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии. Сравните их между собой.
9. Перечислите особенности и преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).
10. Какие варианты метода используют в аналитической практике?
11. Какие сорбенты используют в ВЭЖХ? Каким требованиям они должны отвечать?
13. Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
14. Как подбирают состав подвижной фазы в жидкостной хроматографии?

Модуль 3

Методы контроля качества

Темы лекционных занятий: Химические методы аналитического контроля качества. Физико-химические методы контроля качества. Аналитический контроль на предприятиях нефтехимии и биотехнологии

Темы лабораторных занятий: Титриметрические методы в контроле качества сырья и продукции. Инструментальные методы в контроле качества сырья и продукции.

Темы практических занятий: Решение задач на тему «Расчеты в титриметрии». Решение задач на тему «Инструментальные методы аналитического контроля». Объекты аналитического контроля на предприятиях нефтехимии и биотехнологии

Изучив данный модуль, студент должен: сформировать основные представления о химических и физико-химических методах аналитического контроля, их возможностях, ограничениях и областях применения.

Знать: основы методов анализа, законы и уравнения методов, возможности их практического применения

Уметь: оценивать возможности каждого метода, выбирать подходящий под задачу метод исследования

Владеть: методиками титриметрического, спектрофотометрического и электрохимического исследования, навыками обработки полученных результатов анализа

Методические рекомендации по изучению темы:

При освоении темы необходимо:

- Ознакомиться с имеющимися литературными источниками (учебниками, монографиями, электронными ресурсами, статьями в ведущих химических журналах), лекциями преподавателей
- Сформировать представление об основных химических и физико-химических методах аналитического контроля сырья и продукции
- Ответить на контрольные вопросы:

1. Назовите известные Вам методы химического анализа, применяемые для количественного исследования объекта.
2. Назовите титриметрические методы определения количественного содержания компонента в исследуемом объекте. Как осуществляется титрование?
3. Индикаторы в титриметрических методах титрования. Индикаторные ошибки.
7. Поясните принцип расчета количественного содержания компонента по результатам химического анализа при различных способах осуществления титрования.
8. Какие требования необходимо выполнять для получения качественных результатов в гравиметрическом анализе?
9. Что означает правильность, сходимость, воспроизводимость результатов анализа? Как определяются абсолютная и относительная ошибки анализа.
10. Гравиметрический фактор. Расчет навески образца, необходимого для анализа, определение количества промывочной жидкости, расчет массовой доли компонента в образце, оценка погрешностей (абсолютной и относительной) анализа.
11. Назовите основные оптические методы качественного и количественного анализа. От чего зависит интенсивность и ширина спектральных линий?
12. Как проводят качественный и количественный анализ в эмиссионной спектроскопии?
13. Оптическая схема спектрометра. УФ- и видимые области спектра.
14. Запишите основной закон светопоглощения. Назовите ограничения и условия применимости закона Бугера - Ламберта - Бера.
15. В чем заключается метод градуировочного графика? Метод добавок? Метод двух стандартов?
16. Рефрактометрические методы анализа. Показатель преломления.
17. На чем основан метод потенциометрии? Запишите уравнение Нернста.
18. Приведите классификацию электродов. Примеры электродов в потенциометрии.
19. На чем основан метод кулонометрии? Сформулируйте закон Фарадея
20. Что измеряют в кондуктометрии? Какие законы и положения этого метода вам известны?
21. Что такое полярография? Что такое вольтамперометрическое титрование?
22. В чем суть метода амперометрии?

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
8	ОПК-4, ОПК-5	Отчеты по лабораторным работам 1-4 Комплекты контрольных работ Вопросы к экзамену Итоговый тест

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Контрольные работы

(наименование оценочного средства)

Контрольная работа по теме «Математическая обработка результатов» (примеры задач)

1. Для определения концентрации компонента в растворе провели 5 параллельных опытов по титрованию. Объем титранта, пошедшего на титрование, составил (V_i , мл): 45,40; 48,50; 44,80; 34,50; 43,80. Есть ли грубая погрешность в определении результатов?

2. Найдите доверительный интервал результатов определения объемов колбы, если получены следующие данные (мл): 50,05; 50,25; 49,75; 50,15; 50,00 ($P=0,95$).

3. При анализе стандартного образца стали, содержащей согласно паспорту 2,57% хрома, получены следующие результаты (Cr, %): 2,51%, 2,42%, 2,57%, 2,49%. Можно ли утверждать, что методика содержит систематическую погрешность?

4. Примесь тиофена в бензоле (% масс.) определяли спектрофотометрическим (1) и хроматографическим (2) методами. Получили следующие серии данных:

(1) 0,12 0,19 0,16 0,14;

(2) 0,18 0,32 0,24 0,25 0,28.

Известно, что хроматографическая методика не содержит систематической погрешности. Содержит ли систематическую погрешность спектрофотометрическая методика?

5. Для приготовления раствора использовали мерную колбу объемом $100,0 \pm 0,1$ мл, а стандартное отклонение, обусловленное неточностью заполнения колбы, составляет 0,05 мл. Оцените суммарную неопределенность (стандартное отклонение) величины объема раствора.

Контрольная работа по теме «Расчеты в титриметрии» (примеры задач)

1. Из навески $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 0,5500 г приготовили 100,0 мл раствора. На титрование аликвоты 10,0 мл этого раствора израсходовали 9,2 мл раствора NaOH. Найти молярную концентрацию раствора NaOH.

2. Какая масса $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (г) была растворена в мерной колбе объемом 500 мл, если на титрование 25,0 мл этого раствора затрачено 9,8 мл 0,1000 М раствора HCl?

3. Из навески $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ массой 1,3230 г приготовили 150,0 мл раствора. На титрование аликвоты 10,0 мл этого раствора с фенолфталеином ($pT = 9,0$) израсходовали 12,7 мл раствора NaOH. Найти молярную концентрацию раствора NaOH.

4. Из навески $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 1,2560 г приготовили 100,0 мл раствора. На титрование аликвоты 10,0 мл этого раствора израсходовали 7,2 мл раствора NaOH. Найти

молярную концентрацию раствора NaOH.

5. Навеску $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ массой 3,8054 г растворили в горячей воде, перенесли в мерную колбу объемом 200,0 мл, охладили и содержимое довели до метки водой. На титрование 15,0 мл полученного раствора с метиловым оранжевым израсходовали 16,4 мл раствора HCl. Найти молярную концентрацию раствора HCl.

6. Из навески $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ массой 1,1860 г приготовили 200,0 мл раствора. На титрование аликвоты 10,0 мл этого раствора с фенолфталеином ($\text{pT} = 9,0$) израсходовали 11,7 мл раствора NaOH. Найти молярную концентрацию раствора NaOH.

7. Из навески $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ массой 0,9580 г приготовили 50,0 мл раствора. На титрование 11,0 мл полученного раствора с метиловым оранжевым израсходовали 14,9 мл раствора HCl. Найти молярную концентрацию раствора HCl.

8. Из навески $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 0,6700 г приготовили 100,0 мл раствора. На титрование аликвоты 10,0 мл этого раствора израсходовали 10,2 мл раствора NaOH. Найти молярную концентрацию раствора NaOH.

9. Из навески $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 0,4300 г приготовили 100,0 мл раствора. На титрование аликвоты 10,0 мл этого раствора с фенолфталеином ($\text{pT} = 9,0$) израсходовали 9,8 мл раствора NaOH. Найти молярную концентрацию раствора NaOH.

10. Навеску $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ массой 3,7054 г растворили в горячей воде, перенесли в мерную колбу объемом 200,0 мл, охладили и содержимое довели до метки водой. На титрование 14,7 мл полученного раствора с метиловым оранжевым израсходовали 15,6 мл раствора HCl. Найти молярную концентрацию раствора HCl.

Контрольная работа по теме «Инструментальные методы аналитического контроля» (примеры задач)

1. Вычислите оптическую плотность раствора, если светопропускание его равно 80%.
2. Молярный коэффициент поглощения KMnO_4 при $\lambda = 546 \text{ нм}$ равен 2420. Оптическая плотность этого раствора при $l = 2 \text{ см}$ равна 0,800. Определите $T(\text{KMnO}_4/\text{Mn})$.
3. Определите максимальную толщину поглощающего слоя l для фотометрирования окрашенного раствора соли железа, если в 50 см^3 данного раствора содержится 2 мг железа. Оптическая плотность раствора равна 0,430, а молярный коэффициент поглощения $4 \cdot 10^3$.
4. Рассчитайте наименьшую концентрацию вещества (моль/дм³) для фотометрического определения, если известно, что $\epsilon\lambda = 5 \cdot 10^4$, а оптимальное значение A при $l = 5 \text{ см}$ равно 0,010.
5. Исследуемый раствор имеет $A = 0,900$ при измерении в кювете с $l = 5 \text{ см}$. Определите концентрацию раствора, если стандартный раствор, содержащий 7 мкг/см^3 этого же вещества, имеет $A = 0,600$ при измерении в кювете с $l = 3 \text{ см}$.
6. Навеску сплава, содержащего титан массой 0,2500 г, растворили и разбавили дистиллированной водой в мерной колбе до 100 см^3 . К $25,00 \text{ см}^3$ полученного раствора добавили соответствующие реактивы и разбавили до 50 см^3 , при этом получили соединение жёлтого цвета. Оптическая плотность, полученного раствора равна 0,220. К

- другой порции объемом $25,00 \text{ см}^3$ добавили раствор, содержащий $0,20 \text{ мг}$ титана, и обработали аналогично первому раствору. Оптическая плотность этого раствора равна $0,500$. Определите содержание титана в сплаве (ω , %).
- Из навески стали, содержащей никель массой $0,2542 \text{ г}$, после соответствующей обработки получили $100,0 \text{ см}^3$ раствора, содержащего диметилглиоксимат никеля. Оптическая плотность этого раствора, относительно раствора сравнения, содержащего $6,00 \text{ мг}$ никеля в 100 см^3 , равна $0,440$. Для построения градуировочного графика взяли три стандартных раствора, содержащих $4,00$; $8,00$; $10,0 \text{ см}^3$ никеля в $100,0 \text{ см}^3$ и получили при тех же условиях относительные оптические плотности соответственно: $0,240$; $0,240$; $0,460$. Вычислите содержание никеля в стали (ω , %).
 - Молярный коэффициент поглощения дитизоната меди (III) в CCl_4 равен $4,52 \cdot 10^4$. Какую массовую долю меди можно определить с дитизоном, если из навески образца сплава массой $1,0000 \text{ г}$ получили $25,00 \text{ см}^3$ раствора дитизоната в CCl_4 ? Оптическая плотность, измеренная при $l = 5,0 \text{ см}$, составила $0,020$.
 - Для определения марганца в стали навеску массой $1,000 \text{ г}$ растворили в смеси серной, фосфорной и азотной кислот и растворов разбавили до 200 см^3 . Для фотометрирования отобрали 20 см^3 этого раствора и реакцию провели в колбе вместимостью 100 см^3 . По градуировочному графику содержание марганца в этом растворе равно $0,71 \text{ мг}$. Каково содержание Mn (ω , %) в стали?
 - Для определения меди в сплаве из навески массой $0,3000 \text{ г}$ после растворения и обработки раствором NH_3 получили 250 см^3 окрашенного раствора, оптическая плотность которого в кювете при $l = 1 \text{ см}$ равна $0,250$. Определите содержание меди в сплаве (ω , %), если $\epsilon_\lambda = 400$.

Критерии оценки:

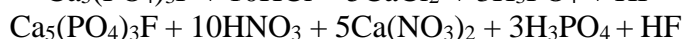
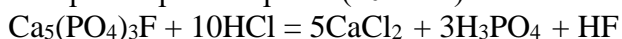
Каждая контрольная оценивается в 20 баллов. Баллы распределяются между задачами в зависимости от количества и сложности задач.

7.2.2. Комплекты отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа по гравиметрии: «Определение содержания фосфора в суперфосфате»

Ход работы

- Приготовление раствора фосфорного удобрения. Методом квартования отбирают примерно 100 г образца, откуда берут примерно 2 г и взвешивают с погрешностью не более $0,0002 \text{ г}$. Пробу переносят в стакан вместимостью 250 мл , добавляют 15 мл азотной кислоты ($\rho = 1,4$) и 5 мл соляной кислоты ($\rho = 1,19$). Содержимое стакана кипятят под часовым стеклом до полного растворения пробы (10 мин.).



- Осаждение фосфат-иона. В горячий раствор добавляют по пункту 1 10 мл цитрата аммония и нейтрализуют 10%-ным раствором аммиака по фенолфталеину. Затем в раствор медленно доливают, перемешивая, 50 мл магнезиальной смеси, а через $10 - 15 \text{ мин.}$ 20 мл 25%-ного раствора аммиака; полученную смесь перемешивают в течение 30 мин до полного осаждения.

3. Отделение и промывания осадка

Образовавшийся осадок количественно переносят на фильтр «синяя лента», добавляя каждый раз в стакан $8-10 \text{ мл}$ 2,5%-ного раствора аммиака и тщательно смывая со стенок и дна кристаллы осадка. Осадок на фильтре промывают 3-4 раза 2,5%-ным раствором аммиака. Общий объем промывных вод $100 - 125 \text{ мл}$.

3. Прокаливание осадка

- Фильтр с осадком переносят в тигель, прокаливают до постоянной массы при $1000 -$

1050°C. Охлаждают пробу в эксикаторе до комнатной температуры. Затем определяют массу продукта $Mg_2P_2O_7$.

5. Проведение контрольного анализа

Повторно проводят анализ без введения пробы образца в тех же условиях и с тем же количеством реактивов.

6. **Расчет:** Содержание (масс. доли, %) фосфора в пересчете на P_2O_5 вычисляют по формуле:

$$\omega = m_1 \cdot 0.638V \cdot 100 / (mV_1),$$

где m – масса навески анализируемой пробы, г;

m_1 – масса прокаленного осадка за вычетом массы осадка в контрольном анализе, г;

V – объем мерной колбы, применяемой при разложении фосфорного удобрения, мл;

V_1 – объем анализируемого раствора, отобранный для анализа, мл;

0,638 – коэффициент пересчета пирофосфата магния $Mg_2P_2O_7$ на пентаоксид фосфора P_2O_5 .

7. Подписать полученные результаты у преподавателя.

8. Оформить отчет.

Лабораторная работа по титриметрии: Иодометрическое определение содержания свободного хлора в воде

Ход работы

В коническую колбу емкостью 250мл отмеряют пипеткой 25мл исследуемой воды, добавляют 2мл 2Н раствора серной кислоты и 5мл 10% раствора КJ (аликвота). Выделившийся йод титруют рабочим раствором 0.05Н $Na_2S_2O_3$ до светло-желтой окраски. Затем в колбу прибавляют 1мл крахмала, появляется характерное синее окрашивание, и продолжают титровать при постоянном перемешивании до исчезновения синей окраски.

Для получения более надежных результатов титрование проводят не менее трех аликвот. Объемы тиосульфата, пошедшие на титрование аликвоты не должны отличаться друг от друга более чем 5%.

Расчет процентного содержания активного хлора во взятой пробе воды производят по формуле

$$X = \frac{V_1 \cdot N \cdot E}{V_2} \cdot \frac{1}{10},$$

Где V_1 – средний объем рабочего раствора тиосульфата натрия, пошедший на титрование аликвоты, мл;

N – нормальность раствора $Na_2S_2O_3$, моль-экв/л;

V_2 – объем пробы воды, мл.;

E – эквивалент хлора (35,45).

Результаты эксперимента вносят в отчет.

Лабораторная работа по инструментальным методам анализа: Определение меди в медных сплавах в виде аммиачного комплекса

Ход определения

Необходимые реактивы:

стандартный раствор сульфата меди (II) с содержанием меди 50 мг/мл; аммиак, 25%-ный раствор.

1. Построение градуировочного графика. В шесть мерных колб вместимостью 25мл помещают стандартный раствор сульфата меди с содержанием меди (мг): 50, 75, 100, 125, 150, 175 соответственно, 10мл дистиллированной воды, 3мл раствора аммиака. Содержимое колб доводят до метки. Полученные растворы фотометрируют в кюветах с $\ell=0,5$ см при $\lambda_{max} = 610$ нм относительно выбранного раствора сравнения и строят градуировочный график в координатах $A - c(\text{мг/мл})$.

2. Определение меди в сплаве. Для определения меди в растворе медного сплава в мерную колбу вместимостью 25,0мл вводят 10мл воды, аликвоту анализируемого раствора, 3мл аммиака, содержимое колбы разбавляют дистиллированной водой до метки и перемешивают. Раствор фотометрируют в тех же условиях, что и при построении градуировочного графика, и находят количество меди в нем.

Массовую долю меди в образце медного сплава рассчитывают по формуле:

$$\omega(\text{Cu}), \% = 100m_x \cdot V_0 / (V_a m_0),$$

где: m_0 – масса образца, переведенного в раствор, г;

V_0 – объем этого раствора, мл;

V_a – аликвота анализируемого раствора, мл;

m_x – содержание меди в анализируемом растворе, мг/мл.

Требования к оформлению отчета:

1. Каждая работа оформляется на отдельных листах (формат А4), должна содержать титульный лист с указанием названия темы лабораторной работы, номера группы, ФИО студента и ФИО проверяющего преподавателя.
2. В отчете должны быть указаны уравнения проведенных химических реакций.
3. Под формулами должна быть приведена расшифровка буквенных обозначений;
4. У численных значений физических величин должны быть указаны единицы измерений;
5. Полученные экспериментальные величины должны быть указаны с интервалом погрешности и относительная погрешность (%).
6. Графики к лабораторным работам и кривые титрования должны быть построены на миллиметровой бумаге (выдается на занятии) по правилам построения графиков.
7. Выводы должны отражать выполнение задач, поставленных для достижения цели.
8. Отчеты-презентации прилагаются в виде распечатанных слайдов. Защита проводится публично. Вопрос – ответ в устной форме.

Процедура оценивания:

Процедура защиты лабораторных работ представляет собой собеседование с преподавателем по теоретическим вопросам темы лабораторной работы.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 8

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Что такое стандартизация и сертификация?
2	Какие показатели качества сырья и продукции Вы знаете?
3	Приведите классификации методов контроля
4	Что включает в себя аттестация лабораторий?
5	Как исключаются грубые погрешности (промахи)?
6	Что такое достоверность, правильность и сходимость результатов?
7	Как и для чего рассчитывают критерий Стьюдента?
8	Как рассчитать погрешность измерения?
9	Что такое доверительный интервал?
10	Как рассчитать необходимое число параллельных измерений для получения результата с заданной точностью?
11	Для чего используют критерий Фишера?
12	Какие бывают классификации проб?
13	Назовите основные требования при отборе проб?
14	Что такое разложение проб?
15	Приведите основные характеристики и параметры процесса экстракции. Что такое степень извлечения?
16	Дайте определение хроматографии.
17	Перечислите способы получения хроматограмм. Что используется в качестве элюентов в каждом из способов?
18	Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?
19	Перечислите способы количественного анализа в хроматографии. Сравните их между собой.
20	Перечислите особенности и преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).
21	Какие варианты метода ВЭЖХ используют в аналитической практике?
22	Какие сорбенты используют в ВЭЖХ? Каким требованиям они должны отвечать?
23	Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
24	Как подбирают состав подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
25	Назовите известные Вам методы химического анализа, применяемые для количественного исследования объекта.
26	Назовите титриметрические методы определения количественного содержания компонента в исследуемом объекте. Как осуществляется титрование?
27	Индикаторы в титриметрических методах титрования. Индикаторные ошибки.

№ п/п	Вопросы к зачету
28	Поясните принцип расчета количественного содержания компонента по результатам химического анализа при различных способах осуществления титрования.
29	Какие требования необходимо выполнять для получения качественных результатов в гравиметрическом анализе?
30	Что означает правильность, сходимость, воспроизводимость результатов анализа? Как определяются абсолютная и относительная ошибки анализа.
31	Гравиметрический фактор. Расчет навески образца, необходимого для анализа, определение количества промывочной жидкости, расчет массовой доли компонента в образце, оценка погрешностей (абсолютной и относительной) анализа.
32	Назовите основные оптические методы качественного и количественного анализа.
33	От чего зависит интенсивность и ширина спектральных линий?
34	Как проводят качественный и количественный анализ в эмиссионной спектроскопии?
35	Оптическая схема спектрометра. УФ- и видимые области спектра.
36	Запишите основной закон светопоглощения. Назовите ограничения и условия применимости закона Бугера - Ламберта - Бера.
37	В чем заключается метод градуировочного графика? Метод добавок? Метод двух стандартов?
38	Рефрактометрические методы анализа. Показатель преломления.
39	На чем основан метод потенциометрии? Запишите уравнение Нернста.
40	Приведите классификацию электродов. Примеры электродов в потенциометрии.
41	На чем основан метод кулонометрии? Сформулируйте закон Фарадея
42	Что измеряют в кондуктометрии? Какие законы и положения этого метода вам известны?
43	Что такое полярография? Что такое вольтамперометрическое титрование?
44	В чем суть метода амперометрии?

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
8	Экзамен (устно)	«отлично»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены.
		«хорошо»	Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
		«удовлетворительно»	Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки
		«неудовлетворительно»	Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Вершинин В. И., Власова И.В., Никифорова И.А.	Аналитическая химия [Электронный ресурс]: учебник / Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 428 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-4121-1	учебник	2019	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/115526
2	Сутягин В. М., Ляпков А.А.	Физико-химические методы исследования полимеров [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Изд. 3-е, испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 140 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2712-3	Учебное пособие	2022	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/reader/book/99212
3	Сост. Сульдина Т.И.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: лабораторный практикум /: Ай Пи Эр Медиа, 2018. - 118 с. : ил. - ISBN 978-5-4486-0057-9.	Лабораторный практикум	2018	ЭБС «IPRBook» http://www.iprbookshop.ru/70757.html
4	Ганеев А.А. и др.	Аналитическая химия [Электронный ресурс]: методы разделения веществ и гибридные методы анализа: учебник / Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 332 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-3394-0.	Учебник	2019	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/113899

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Перегончая О. В., Соколова С.А.	Практикум по аналитической химии. Физико-химические методы анализа [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Воронеж. гос. аграр. ун-т им. Императора Петра I. - Воронеж: ВГАУ им. Петра I, 2017. - 100 с	Учебное пособие	2017	ЭБС «IPRBook» http://www.iprbookshop.ru/72731.html
2	Жебентяев А. И. , Жерносек А.К., Талуть И.Е.	Аналитическая химия. Химические методы анализа [Электронный ресурс]: учеб. пособие / 2-е изд., стер. - Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2014. - 542 с.: ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16004685-3.	Учебное пособие	2014	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	Щеколдина Т. В., Ольховатов Е. А., Степовой А. В.	Физикохимические основы и общие принципы переработки растительного сырья [Электронный ресурс]: учеб. пособие / СанктПетербург: Лань, 2017. - 208 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2697-3.	Учебное пособие	2017	ЭБС "Лань"
4	Лебухов В. И. Окара А. И., Павлюченкова Л. П.	Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс]: учебник / Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов.	Учебник	2012	ЭБС "Лань"

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
		Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1320-1.			

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- **Бутлеровские сообщения**

Научный англо-русскоязычный химический журнал. Публикует статьи по основным разделам химии и смежным дисциплинам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей сайта доступен полнотекстовый архив с 1999 года: <http://butlerov.com/stat/reports/view.asp?lang=ru>

- **Химия в интересах устойчивого развития**

В журнале публикуются оригинальные научные сообщения и обзоры по химии процессов, представляющих основу принципиально новых технологий, создаваемых в интересах устойчивого развития, или усовершенствования действующих, сохранения природной среды, экономии ресурсов, энергосбережения. Входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив с 2001 по 2005 год: <http://www.sibran.ru/journals/Hviur/>

- **Oriental Journal Of Chemistry**

Научный рецензируемый журнал открытого доступа. Страна: Индия. Язык: английский. Публикует результаты научных исследований в области общей химии, биохимии, спектроскопии, химии окружающей среды. Доступен полнотекстовый архив с 2008 года: <http://www.orientjchem.org/Archive.php>

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Лаборатория "Процессы и аппараты защиты окружающей среды". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-409)	Столы ученические, столы компьютерные, стулья. доска передвижная, проектор, ноутбук, экран переносной, установка технологического комплекса, позволяющая снизить распространение аэродисперсной системы в пространстве, ПК-7, стенд информационный п/а 467.

2	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-419)	Столы ученические трехместные (моноблок), моноблоки двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра
3	Лаборатория "Экоаналитика и химический мониторинг окружающей среды" (А-410)	Шкаф для реактивов, шкаф с открытым верхом, стол преподавателя, столы письменные, доска магнитно-маркерная, столы ученические, стулья ученические, сплит-система, стол островной, водоотводы с раковиной для обратного холодильника-, тумбы-мойки со столешницами и сушилками, табуреты лабораторные, стол лабораторный, стол с верхними полками, стол для весов, шкафы вытяжные, тумба мойка со столешницей, холодильник, шкафы вытяжные, проектор, микровесы лабораторные, ионизатор, аквадистиллятор, аспиратор, термостат, шумомер, система пробоотборная СП-2. Мешалка магнитная, баня шестиместная, весы, термометр.
4	Лаборатория "Процессов и АХП". Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-118)	Лабораторные установки по изучению процесса ректификации, процесса теплопередачи (труба в трубе), лабораторная установка для измерения давления, стационарное медиа оборудование, интерактивная доска. Столы ученические, стулья ученические.
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся. (Г-401)	Столы, стулья, компьютеры