

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

Б1.В.ДВ.01.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физико-химические методы анализа

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

направленность (профиль)

Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов

Форма обучения: заочная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 5 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	4	4
Лабораторные	4	4
Практические	8	8
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	16,25	16,25
Самостоятельная работа	160	160
Контроль	3,75	3,75
Итого	180	180

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.х.н. Григорьева О.Б.

(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

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

Срок действия рабочей программы дисциплины до «__» _____ 2025_ г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой «Химическая технология и ресурсосбережение»

«__» _____ 20__ г.

(подпись)

М.В. Кравцова

(И.О. Фамилия)

УТВЕРЖДЕНО

На заседании центра медицинской химии

(протокол заседания № 3 от «19» сентября 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование у студентов представления о теоретических основах и возможностях практического применения инструментальных методов анализа, освоение навыков работы и методик физико-химических измерений в аналитической практике.

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», «Органическая химия», «Высшая математика», «Аналитическая химия».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Аналитическая химия (спец. курс)», «Аналитический контроль качества сырья и продукции», «Физическая химия», «Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг», «Экологическая экспертиза», «Экологический производственный контроль», «Хроматографические методы анализа», «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-3. Способность использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы		Знать: – основные законы оптики, электрохимии и физико-химические закономерности процессов разделения; - основные элементы приборов, используемых в физико-химических методах; – статистические методы обработки результатов научных исследований;
		Уметь: - интерпретировать результаты измерений, исходя из основных законов оптики и электрохимии - сравнивать и анализировать возможности инструментальных методов
		Владеть: - навыками расчета по основным уравнениям методов оптики и электрохимии

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-14. Способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе		Знать: - возможности физико-химических методов анализа - основные элементы приборов, используемых в физико-химических методах - правила безопасной работы в инструментальной химии
		Уметь: - правильно определять аналитическую задачу; - выбирать оптимальные методы исследования в зависимости от технологического процесса
		Владеть: – техникой инструментальных методов анализа – общей методологией получения информации о составе и природе вещества; – компьютерными программами для оформления отчетов и презентаций по полученным результатам

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1. Математическая обработка результатов анализа	Самостоятельная работа 1 (Ср1)	Основы математической статистики. Метрологические основы. Применение статистики в пробоотборе и обработке полученных данных.	3	26		-	
	Практическое занятие 1 (Пр 1)	Решение задач по теме «Математическая обработка результатов анализа»	3	2		-	
Модуль 2. Оптические методы анализа	Лабораторное занятие 1 (Лаб 1)	Спектрофотометрическое определение содержания вещества методом градуировочного графика	3	2		-	Отчет по лабораторной работе №1
	Лекция 1 (Лек 1)	Общая характеристика спектроскопических методов анализа Атомно-абсорбционная спектроскопия	3	1		-	
	Лекция 2 (Лек 2)	Молекулярно-абсорбционная спектроскопия в УФ- и видимой области	3	1		-	
	Самостоятельная работа 2 (Ср 2)	ИК-спектроскопия Эмиссионные спектроскопические методы анализа. Атомно-эмиссионная спектроскопия Радиометрические методы анализа	3	26		-	

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Практическое занятие 2 (Пр 2)	Решение задач по теме «Оптические методы анализа»	3	2		-	ИДЗ
	Самостоятельная работа 3 (Ср 3)	Люминесцентная спектроскопия. Другие спектральные и оптические методы анализа	3	26		-	
Модуль 3. Электрохимические методы анализа	Лекция 3 (Лек 3)	Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия	3	1		-	
	Лекция 4 (Лек 4)	Потенциометрический метод анализа	3	1		-	
	Самостоятельная работа 4 (Ср 4)	Кулонометрический метод анализа Вольтамперометрический метод анализа	3	26		-	
	Практическое занятие 3 (Пр 3)	Решение задач по теме «Электрохимические методы анализа»	3	2		-	ИДЗ
	Лабораторное занятие 2 (Лаб 2)	Определение содержания вещества методом потенциометрического титрования	3	2		-	Отчет по лабораторной работе №2

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 4. Методы разделения и концентрирования	Самостоятельная работа 5 (Ср 5)	Теоретические основы хроматографии. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография. Отдельные виды жидкостной хроматографии	3	26		-	
	Практическое занятие 4 (Пр 4)	Решение задач по теме «Хроматографические методы анализа»	3	2		-	
	Самостоятельная работа 6 (Ср 6)	Изучение тем лекционных занятий, подготовка к отчетам по лабораторным и практическим занятиям, зачету	3	30		-	
	Промежуточная аттестация (ПА)	Промежуточная аттестация	3	0,25		-	
	Контроль	Контроль (зачет)	3	3,75		-	Вопросы к зачету
Итого:				180			

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.

6. Методические указания по освоению дисциплины

Модуль 1

Математическая обработка результатов

Темы лекционных занятий: Основы математической статистики. Метрологические основы. Применение статистики в пробоотборе и обработке полученных данных. Градуировка.

Темы практического занятия: Решение задач по теме «Математическая обработка результатов анализа». Контрольная работа по теме «Метрологические основы»

Изучив данный модуль студент должен: овладеть основами математической обработки результатов химического анализа

Знать: методы оценки правильности, сходимости, достоверности результата, критерии грубого промаха и критерии Фишера.

Уметь: применять методы статобработки 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. Как исключаются грубые погрешности (промахи)?
 2. Что такое достоверность, правильность и сходимость результатов?
 3. Как и для чего рассчитывают критерий Стьюдента?
 4. Как рассчитать погрешность измерения?
 5. Что такое доверительный интервал?
 6. Как рассчитать необходимое число параллельных измерений для получения результата с заданной точностью?
 7. Для чего используют критерий Фишера?

Модуль 2

Оптические методы анализа

Темы лекционных занятий: Общая характеристика спектроскопических методов анализа. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Молекулярно-абсорбционная спектроскопия в УФ- и видимой области. ИК-спектроскопия. Эмиссионные спектроскопические методы анализа. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Люминесцентная спектроскопия. Другие спектральные и оптические методы.

Темы лабораторных занятий: Спектрофотометрическое определение содержания вещества методом добавок. Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии в растворе. Ионообменное разделение железа и меди и их фотометрическое определение. Рефрактометрическое определение содержания вещества методом градуировочного графика.

Темы практических занятий: Решение задач по теме «Оптические методы анализа». Контрольная работа

Изучив данный модуль студент должен: сформировать основные представления об оптических методах анализа, их возможностях, ограничениях и областях применения.

Знать: спектры излучения, источники излучения, виды оптических методов анализа

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

Владеть: методиками спектрофотометрического и ИК-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 понимание основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.

Ответить на контрольные вопросы:

1. Назовите основные оптические методы качественного и количественного анализа.
2. От чего зависит интенсивность и ширина спектральных линий?
3. Как проводят качественный и количественный анализ в эмиссионной спектроскопии?
4. Оптическая схема спектрометра. УФ- и видимые области спектра.
5. Запишите основной закон светопоглощения. Назовите ограничения и условия применимости закона Бугера - Ламберта - Бера.
6. В чем заключается методом градуировочного графика? Метод добавок? Метод двух стандартов?
7. Рефрактометрические методы анализа. Показатель преломления.
8. Что такое удельная и молярная рефракция?
9. Определение молярной рефракции твердого вещества в растворе.
10. Количественный рефрактометрический анализ. Анализ смеси веществ.

Модуль 3

Электрохимические методы анализа

Темы лекционных занятий: Электрохимические методы анализа. Кондуктометрия. Потенциометрический метод анализа. Кулонометрический метод анализа. Вольтамперометрический метод анализа.

Темы лабораторных занятий: Определение содержания вещества методом потенциометрического титрования. Определение содержания вещества методом кулонометрического титрования.

Темы практических занятий: Решение задач по теме «Электрохимические методы анализа»

Изучив данный модуль студент должен: сформировать основные представления об электрохимических методах анализа, их возможностях, ограничениях и областях применения.

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

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

Владеть: методиками потенциометрического, кондуктометрического 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 понимание основных метрологических характеристик, их возможностей и методик расчета.

Ответить на контрольные вопросы:

1. На чем основан метод потенциометрии? Запишите уравнение Нернста.
2. Приведите классификацию электродов. Примеры электродов в потенциометрии.
3. На чем основан метод кулонометрии? Сформулируйте закон Фарадея
4. Что измеряют в кондуктометрии? Какие законы и положения этого метода вам известны?
5. Что такое полярография? Что такое вольтамперометрическое титрование?
6. В чем суть метода амперометрии?

Модуль 4

Методы разделения и концентрирования

Темы лекций: Теоретические основы хроматографии. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография. Отдельные виды жидкостной хроматографии

Темы лабораторных занятий: Ионообменное разделение железа и меди и их фотометрическое определение.

Темы практических занятий: Решение задач по теме «Хроматографические методы анализа». Контрольная работа по теме

Изучив данный модуль, студент должен: сформировать представление о состоянии современного газохроматографического анализа, его возможностях, основных направлениях и тенденциях развития.

Знать:

- теоретические основы газовой хроматографии, основные методы качественного и количественного хроматографического анализа;
- аппаратное оформление газохроматографического процесса

Уметь:

- определять основные характеристики хроматографического процесса из хроматограммы; интерпретировать экспериментальные результаты
- подбирать оптимальные условия проведения хроматографического разделения

Владеть:

- методиками поиска подходящего варианта разделения веществ; способами оценки погрешности физико-химического эксперимента
- 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 физико-химических процессов удерживания сорбатов различного строения на различных по природе неподвижных фазах
- Ответить на контрольные вопросы:
 1. Дайте определение хроматографии.
 2. Какие особенности хроматографии позволяют достичь лучшего разделения веществ с близкими свойствами по сравнению с другими методами разделения.
 3. Перечислите способы получения хроматограмм. Что используется в качестве элюентов в каждом из способов?
 4. Как можно осуществлять идентификацию определяемых соединений в смеси после их хроматографического разделения?
 5. Что такое индексы удерживания? Какие системы индексов удерживания используют в хроматографии (преимущественно в газовой)?
 6. Перечислите способы количественного анализа в хроматографии. Сравните их между собой.
 7. Сравните два режима разделения в газовой хроматографии – изотермический и программирование температуры.
 8. Перечислите детекторы в газовой хроматографии.
 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?
 12. Почему наиболее популярные сорбенты в ВЭЖХ – силикагель и, особенно, модифицированные силикагели? Как проводят модификацию силикагеля?
 13. Чем определяется элюирующая способность подвижной фазы в жидкостной хроматографии?
 14. Как подбирают состав подвижной фазы в жидкостной хроматографии?

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ОПК-3, ПК-14	Отчеты по лабораторным работам 1-8 Комплекты контрольных работ Вопросы к зачету № 1-42 Итоговый тест, вопросы 1-500

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

7.2.1. ИДЗ

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/дм^3) 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 объёмом $25,00 \text{ см}^3$ добавили раствор, содержащий 0,20 мг титана, и обработали аналогично первому раствору. Оптическая плотность этого раствора равна 0,500. Определите содержание титана в сплаве ($\omega, \%$).
7. Из навески стали, содержащей никель массой 0,2542 г, после соответствующей обработки получили $100,0 \text{ см}^3$ раствора, содержащего диметилглиоксимат никеля. Оптическая плотность этого раствора, относительно раствора сравнения, содержащего 6,00 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 ($\omega, \%$).
8. 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 г получили $25,00 \text{ см}^3$ раствора дитизоната в CCl_4 ? Оптическая плотность, измеренная при $l = 5,0 \text{ см}$, составила 0,020.
9. Для определения марганца в стали навеску массой 1,000 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 мг. Каково содержание Mn (ω , %) в стали?

10. Для определения меди в сплаве из навески массой 0,3000 г после растворения и обработки раствором NH_3 получили 250 см^3 окрашенного раствора, оптическая плотность которого в кювете при $l = 1$ см равна 0,250. Определите содержание меди в сплаве (ω , %), если $\epsilon\lambda = 400$.

Пример варианта контрольной для ИДЗ:

Вариант 1

1. *Абсорбционная спектроскопия.* Определить оптическую плотность растворов, коэффициент пропускания которых равен а) 78,5%; б) 0,087.

2. *Атомно-абсорбционный анализ.* Образец мяса массой 0,15 г сожгли в муфельной печи, остаток растворили в соляной кислоте и разбавили раствором соли лантана до 5,00 мл для устранения мешающего влияния фосфат-ионов. К четырем равным порциям анализируемого раствора добавили равные объемы стандартных растворов кальция, содержащих $c_0 = 0$; $c_1 = 2,0$; $c_2 = 4,0$; $c_3 = 8,0$ мкг/мл Са и такое же количество соли лантана, как в анализируемом растворе. На атомно-абсорбционном спектрофотометре измерили оптическую плотность аналитической линии кальция 422,67 нм. Вычислите концентрацию кальция (мг/кг), используя построение градуировочного графика по методу добавок, если получены следующие значения оптической плотности: $A_{x/2} = 0,050$; $A_{(x+c1)/2} = 0,116$; $A_{(x+c2)/2} = 0,185$; $A_{(x+c3)/2} = 0,320$.

3. *Кондуктометрия.* В навеске органического соединения массой 2,299 г кислород количественно перевели в CO_2 . Диоксид углерода растворили в электролитической ячейке, наполненной разбавленным раствором щелочи, и определили уменьшение электрической проводимости поглотительного раствора $\Delta\kappa_x = 300 \cdot 10^6$, См. Таким же превращениям подвергли стандартные вещества, содержащие от 200 до 1000 мкг кислорода, и измерили соответствующие значения $\Delta\kappa$:

mO_2 в образце, мкг	200	400	600	800	1000
$\Delta\kappa \cdot 10^6$, См.	80	150	220	285	355

Постройте градуировочный график и вычислите массовую долю (%) кислорода в образце.

4. *Потенциометрия.* Постройте кривые потенциометрического титрования в координатах $\text{pH}-V$ и $\frac{\Delta\text{pH}}{\Delta V}-V$ и определите концентрацию (моль/л) раствора уксусной кислоты, если при титровании 10,00 мл этого раствора 0,1000 М КОН получили следующие результаты:

$V_{\text{КОН}}$, мл	10,00	13,00	14,00	14,50	14,90	15,00	15,10	15,50
pH	5,05	5,56	5,88	6,19	6,92	8,82	10,59	11,29
	11,58							

5. *Полярография и амперометрия.* Начертите поляризационную кривую и охарактеризуйте ее отдельные участки. Приведите уравнение полярографической волны. Используя справочные данные, предложите подходящие условия (потенциал, фоновый электролит) для полярографического определения компонентов смеси Ni^{2+} и Zn^{2+} .

6. *Электрогравиметрия и кулонометрия.* Из анализируемого раствора, содержащего ионы трехвалентного металла, в результате электролиза при силе тока 1,000 А за время $\tau = 15,0$ мин на катоде было выделено 0,6497 г металла. Определите, какой металл был в растворе, если выход по току $\eta = 100\%$.

Критерии оценки:

Должны быть решены все задачи

7.2.2. Вопросы к опросу

Вращательная и микроволновая спектроскопия

Теория вращательных спектров. СВЧ-спектроскопия. Монохроматичность излучения. Требования к веществам, исследуемым методом микроволновой спектроскопии. СВЧ-спектрометр. Практическое применение.

ЯМР-спектроскопия

Сущность метода. Химический сдвиг. Схема ЯМР-спектрометра. Качественный анализ и исследования структуры методом ЯМР. Количественный анализ методом ЯМР. Понятие об ЭПР.

Радиометрические методы исследования

Типы радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Счетчики излучения. Искусственная радиоактивность. Методики анализа, основанные на измерении радиоактивности в анализе (активационный анализ, метод изотопного разбавления, радиометрическое титрование).

7.2.3. Комплекты отчетов по лабораторным работам

Лабораторная работа: Рефрактометрическое определение. Работа с рефрактометром

Цель работы: овладеть навыками работы с рефрактометром

Методика проведения

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить градуировочный график.
5. Применить хеометрику.

Таблица – результаты анализа исследуемого образца

Анализируемое вещество	Навеска образца $m = , \dots \text{г}$ или $V_a , \text{см}^3$	Значения показателя преломления
	V_1	
	\dots V_7	

6. Подписать полученные результаты у преподавателя.
7. Оформить отчет.

Лабораторная работа: Спектрофотометрическое определение. Работа со спектрофотометром. Метод градуировочного графика Цель работы: овладеть навыками работы со спектрофотометром

Методика проведения

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить градуировочный график.
5. Применить хемометрику.

Таблица – результаты анализа исследуемого образца

Анализируемое вещество	Навеска образца $m = \dots$ г или V_a , см^3	Значения оптической плотности
	V_1 ... V_7	

6. Подписать полученные результаты у преподавателя.
7. Оформить отчет.

Лабораторная работа: Спектрофотометрическое определение. Работа со спектрофотометром. Метод добавок

Цель работы: овладеть навыками работы со спектрофотометром

Методика проведения

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить градуировочный график.
5. Применить хемометрику.

Таблица – результаты анализа исследуемого образца

Анализируемое вещество	Навеска образца $m = \dots$ г или V_a , см^3	Значения оптической плотности
	V_1 ... V_3	

7. Подписать полученные результаты у преподавателя.
8. Оформить отчет.

Лабораторная работа: Фотометрическое определение железа и никеля при их совместном присутствии в растворе. Работа со спектрофотометром.

Цель работы: овладеть навыками работы со спектрофотометром

Методика проведения

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить градуировочные графики для железа и никеля.
5. Применить хемометрику.

Таблица – результаты анализа исследуемого образца

Анализируемое вещество	Навеска образца $m =$,....г или V_a , см^3	Значения оптической плотности
	V_1 ... V_3	

6. Подписать полученные результаты у преподавателя.
7. Оформить отчет.

Лабораторная работа: Ионообменное разделение железа и меди и их фотометрическое определение

Цель работы: овладеть навыками работы со спектрофотометром и хроматографической колонкой

Методика проведения

1. Приготовление стандартных растворов.
2. Подготовка образца к анализу.
3. Разделение смеси катионитов.
4. Определение железа в фильтрате.
5. Определение меди в фильтрате.
6. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
7. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
8. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
9. Построить градуировочные графики.
10. Применить хемометрику.

Таблица – результаты анализа исследуемого образца

Анализируемое вещество	Навеска образца $m =$,....г или V_a , см^3	Значения оптической плотности

	V ₁	
	...	
	V ₃	

11. Подписать полученные результаты у преподавателя.

12. Оформить отчет.

Лабораторная работа: Потенциометрическое определение. Работа с потенциометром

Цель работы: овладеть навыками работы с потенциометром

Методика проведения

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить кривую титрования с графическим определением ТЭ.
5. Применить хеометрику.

Таблица – результаты анализа исследуемого образца

Анализируемое вещество	Навеска образца $m = \dots \text{г}$ или V_a , см^3	Титрование(V_a), или $m_{\text{нав}} = \dots \text{г}$	Титрант- 0,1М $M(f_{\text{ЭКВ}} =)$,	pH
			V ₁ V ₂ V ₃	

6. Подписать полученные результаты у преподавателя.

7. Оформить отчет.

Лабораторная работа: Кондуктометрическое определение. Работа с кондуктометром

Цель работы: овладеть навыками работы с кондуктометром

Методика проведения

1. Предварительно провести необходимые расчеты для проведения анализа.
2. Кратко описать ход работы и выполняемые операции.
3. Результаты экспериментальной части рекомендуется оформить в виде таблицы.
4. Построить кривую титрования с графическим определением ТЭ.
5. Применить хеометрику.

Таблица – результаты анализа исследуемого образца

Анализируемое вещество	Навеска образца $m = \dots \text{г}$ или V_a , см^3	Титрование(V_a), или $m_{\text{нав}} = \dots \text{г}$	Титрант- 0,1М $M(f_{\text{ЭКВ}} =)$,	χ

			V ₁ V ₂ V ₃	
--	--	--	--	--

6. Подписать полученные результаты у преподавателя.
7. Оформить отчет.

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 3

№ п/п	Вопросы к зачету
1	Определение и исключение грубых погрешностей (промахов).
2	Общая характеристика физико-химических методов анализа. Основные приемы, используемые в физико - химических методах анализа.
3	Электрохимические методы анализа. Классификация. Области применения электрохимических методов.
4	Кондуктометрия. Электропроводность растворов. Удельная и эквивалентная электропроводность. Методы прямой кондуктометрии. Практическое применение. Определение константы диссоциации, растворимости малорастворимых соединений.
5	Потенциометрический анализ. Схема установки для потенциометрических измерений. Электроды, применяемые в потенциометрии. Индикаторные электроды, электроды сравнения. Уравнение Нернста. Расчет ЭДС системы.
6	Прямая потенциометрия. Ионоселективные электроды, рН – метрия.
7	Потенциометрическое определение физико-химических характеристик и концентрации вещества. Потенциометрическое титрование. Кривые титрования. Определение точки эквивалентности. Области применения.
8	Дифференцированное титрование смеси кислот в потенциометрическом анализе.
9	Дифференцированное титрование смеси оснований в потенциометрическом анализе.
10	Прямая потенциометрия. Метод градуировочного графика.
11	Кислотно-основное потенциометрическое титрование.
12	Окислительно-восстановительное потенциометрическое титрование.
13	Комплексонометрическое титрование в потенциометрии.
14	Дифференцированное комплексонометрическое титрование смеси двух(трех) катионов потенциометрическим методом.
15	Оптические методы качественного и количественного анализа. Классификация методов.
16	Теоретические основы эмиссионной спектроскопии. Интенсивность спектральных линий. Ширина спектральных линий.
17	Качественный и количественный анализ в эмиссионной спектроскопии. Области применения.
18	Теоретические основы ультрафиолетовой спектроскопии. Оптическая схема спектрометра. УФ- и видимые области спектра.
19	Основной закон светопоглощения. Ограничения и условия применимости закона Бугера - Ламберта - Бера.
20	Фотометрическое определение содержания вещества. Определение содержания ионов меди методом градуировочного графика.

№ п/п	Вопросы к зачету
21	Фотометрическое определение содержания вещества. Метод добавок. Метод двух стандартов. Дать пример.
22	Рефрактометрические методы анализа. Показатель преломления. Приборы для определения показателя преломления.
23	Удельная и молярная рефракция. Применение рефракции в аналитической химии.
24	Определение молярной рефракции твердого вещества в растворе.
25	Количественный рефрактометрический анализ. Анализ смеси веществ.
26	Основные метрологические характеристики методов анализа. Расчет стандартного отклонения, значение доверительного интервала содержания определяемого компонента, относительная ошибка.
27	Оценка воспроизводимости результатов измерений. Определение и исключение грубых погрешностей (промахов).
28	Расчет линейного градуировочного графика $y = bx$. Составление таблицы исходных данных для расчета. Применение компьютерных программ.
29	Расчет линейного градуировочного графика $y = a + bx$. Составление таблицы исходных данных для расчета. Применение компьютерных программ.
30	Доверительный интервал значения определяемой концентрации. Относительная ошибка результатов анализа.
31	Оценка правильности результатов измерений.
32	Генеральная совокупность результатов анализа. Распределение результатов анализа, доверительная вероятность, степень свободы.
33	Дайте характеристику малой выборки. Как определяется количество необходимых для анализа результатов. Критерий Стьюдента.
34	Критерий Фишера – критерий сходства результатов двух (трех) серий результатов.
35	Сенсорный анализ. Области применения. Объясните устройства и принцип работы оптических сенсоров.
36	Объясните устройства и принцип работы электрохимических сенсоров.
37	ИК-спектроскопия. Теоретические основы метода. Области применения.
38	Идентификация органических веществ по ИК-спектрам. Области поглощения функциональных групп молекулы.
39	Количественный анализ в ИК-спектроскопии.
40	Прямая потенциометрия. Теоретические основы. Ион-селективные электроды. Области применения в аналитическом контроле.
41	Вольтамперометрия. Полярография. Качественный и количественный полярографический анализ.

№ п/п	Вопросы к зачету
42	Инверсионная вольтамперометрия. Циклическая вольтамперометрия. Области применения.
43	Амперометрическое титрование. Количественный анализ.
44	Кулонометрия. Теоретические основы. Законы Фарадея. Качественный и количественный анализ.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	зачет (устно)	«зачтено»	Необходимо ответить не менее, чем на 7 вопросов из 10, заданных преподавателем.
		«не зачтено»	Студент отвечает менее, чем на 7 вопросов из 10, заданных преподавателем.

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	2018	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/reader/book/99212
3	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
4	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
5	Ганеев А.А. и др.	Аналитическая химия [Электронный ресурс] : методы разделения веществ и гибридные методы анализа: учебник /	Учебник	2019	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/11389

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
		Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 332 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-3394-0.			2

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	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.CO M»
2	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»
3	Лебухов В.И. Окара А.И., Павлюченкова Л.П.	Физико-химические методы исследования [Электронный ресурс] :	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
		учебник / Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 480 с. : ил. - (Учебники для вузов. 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	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-125	Столы ученические трехместные моноблоки, стол преподавательский, стул преподавательский, кафедра, доска меловая, экран навесной, проектор., процессор, мышь комп., пульт.

№ 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
2	Лаборатория «Аналитическая химия» А-207	Столы лабораторные островные, полки для посуды, столы лабораторные с полкой аквадистиллятор ДЭ-10, мойка нержавеющей, печь муфельная, сушильный шкаф Snol58/350, мойки лабораторная, шкаф вытяжной, стол письменный, тумбы для посуды и реактивов, центрифуга лабораторная ОПи-3, аналитические весы ВЛР-200, весы лабораторные НСВ123, фотометр фотоэлектрический КФК, рН-метр-иономер рН-121, иономер Эксперт001, иономер И-160М, кондуктометр Анион, табуреты лабораторные, химическая посуда.
3	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. 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 УЛК-205	Переносной проектор, столы компьютерные, стол преподавательский, стулья, доска аудиторная (маркерная), компьютеры с выходом в сеть Интернет.
4	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. 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. Г-401	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.