

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий



УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора
по учебной работе
Д. В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии
(наименование дисциплины)

18.04.01 Химическая технология
(код, наименование специальности)

Химическая технология природных энергоносителей и
углеродных материалов
(магистерская программа)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная/заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии» является подготовка выпускников к междисциплинарным научным исследованиям в области химической технологии, интегрированию новых идей, применению математических, физических и специальных знаний и умений к решению инновационных задач, связанных с разработкой химико-технологических процессов, веществ и материалов, оборудования.

Задачи изучения дисциплины:

– подготовка выпускника к научной и производственно - технологической деятельности, поиску и получению новой информации, необходимой для решения инженерных задач в области химической технологии, интеграции знаний применительно к профессиональной деятельности.

Дисциплина направлена на формирование универсальной (УК-1), общепрофессиональных компетенций (ОПК-1, ОПК-2) и профессиональной компетенции (ПК-2) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии»: курс входит в часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 18.04.01 «Химическая технология», профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Основывается на базе дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Научно-исследовательская работа».

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 ак.ч.), практические (72 ч) занятия и самостоятельная работа студента (54 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 4 зачетные единицы, 144 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (10 ак.ч.), практические (18 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (116 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 –Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции по ОПОП ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции		
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1	УК-1.1. Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. УК-1.2. Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации. УК-1.3. Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
Общепрофессиональные компетенции		
Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	ОПК-1	ОПК-1.1 Знает методы химического анализа и оборудование для научного эксперимента, основы информатики и компьютерной графики. ОПК-1.2 Умеет планировать и проводить физические и химические эксперименты по анализу сырья, материалов и готовой продукции с использованием правил техники безопасности, производственной санитарии и пожарной безопасности, решать профессиональные задачи, применяя современные информационные технологии. ОПК-1.3 Владеет статистическими методами обработки экспериментальных данных для анализа технологических процессов
Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ОПК-2	ОПК-2.1 Знает основы информатики, информационных технологий. Осуществляет подбор современных информационных технологий и использует специализированное программное обеспечение в профессиональной деятельности. ОПК-2.2 Умеет использовать возможности информационно-вычислительных сетей, современные сервисы сети Интернет для решения задач профессиональной деятельности. ОПК-2.3 Владеет навыками использования современных компьютерных технологий поиска информации, критического анализа этой информации.

Профессиональные компетенции		
Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты	ПК-2	<p>ПК-2.1 Знает: основные методы проведения исследований в области современных технологий химического синтеза</p> <p>ПК-2.2 Умеет: использовать современные приборы и методики проведения экспериментов в области технологий химического синтеза.</p> <p>ПК-2.3 Владеет: навыками организации проведения экспериментов, обработки и анализа полученных результатов при изучении технологий химического синтеза</p>

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётные единицы, 144 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным и практическим занятиям, к текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		1
Аудиторная работа, в том числе:	90	90
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	72	72
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	54	54
Подготовка к лекциям	18	18
Подготовка к лабораторным работам	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	–	–
Домашнее задание	–	–
Подготовка к контрольной работе	5	5
Подготовка к коллоквиуму	–	–
Аналитический информационный поиск	–	–
Работа в библиотеке	5	5
Подготовка к зачету	8	8
Промежуточная аттестация – зачет (З)	3(2)	3(2)
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак.ч.	144	144
з.е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п. 3 дисциплина разбита на 9 тем:

- тема 1 (Обзор теоретических и экспериментальных методов, используемых для исследования веществ);
- тема 2 (ИК-спектроскопия);
- тема 3 (УФ-спектроскопия);
- тема 4 (ЯМР-спектроскопия);
- тема 5 (Масс-спектрометрия);
- тема 6 (Хроматографические методы);
- тема 7 (Экспериментальные методы исследования процессов окисления);
- тема 8 (Термохимический анализ);
- тема 9 (Математический анализ кинетики).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Обзор теоретических и экспериментальных методов, используемых для исследования веществ	Общая характеристика и классификация экспериментальных и теоретических методов исследования в химии	2	Определение основных физико-химических характеристик неорганических веществ Определение свободных радикалов	4 4	–	–
2	ИК-спектроскопия	Принцип ИК-спектроскопии. ИК-спектры и их интерпретация. Приборы и оборудование. Методы подготовки образцов.	2	Изучение механизмов химических реакций. Определение свободных радикалов и других парамагнитных центров. Использование спиновых меток.	4 4	–	–
3	УФ-спектроскопия	Классификация электронных переходов. Теоретический расчет электронных переходов. Принцип измерения. Измерение спектра. Определение концентрации по окраске. Многокомпонентный анализ.	2	Блок-схема спектрометра ЭПР особенности эксперимента, достоинства и ограничения метода.	8	–	–
4	ЯМР-спектроскопия	Теоретические основы ЯМР-спектроскопии. Химический сдвиг. Спин-спиновое взаимодействие. ЯМР-спектрометры. Практическое применение ЯМР-спектроскопии	2	Метод двойного резонанса Применение спектров ЯМР в химии. ИК спектроскопическое исследование строения неорганических веществ.	4 4	–	–

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
5	Масс-спектрометрия	Теоретические основы метода. Природа масс-спектра. Образование ионов. Массспектрометры.	2	Масс-спектрометрические методы исследований	8		
6	Хроматографические методы	Газожидкостная хроматография (ГЖХ). Жидкостно-адсорбционная хроматография. Тонкослойная хроматография. Препаративная колоночная хроматография.	2	Принципы и физико-химические основы молекулярной абсорбционной газовой, распределительной жидкостной хроматографии	8	—	—
7	Экспериментальные методы исследования процессов окисления	Экспериментальные методы исследования процессов окисления органических веществ. Реакторы и установки.	2	Фотометрическое определение неорганических веществ в водных растворах	8	—	—
8	Термохимический анализ	Термохимический анализ. Элементы, необходимые для составления баланса. Методы составления баланса .	2	Интерпретация кривых термического анализа.	8	—	—
9	Математический анализ кинетики	Математический анализ кинетики жидкофазного окисления веществ. Общие кинетические уравнения жидкофазного окисления углеводородов. Исследование математических моделей химической кинетики.	2	Кинетика жидкофазного окисления углеводородов	8	—	—
Всего аудиторных часов			18	—	72	—	—

Таблица 4– Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Обзор теоретических и экспериментальных методов, используемых для исследования веществ	Общая характеристика и классификация экспериментальных и теоретических методов исследования в химии	2	Определение основных физико-химических характеристик неорганических веществ	2	–	–
2	ИК-спектроскопия	Принцип ИК-спектроскопии. ИК-спектры и их интерпретация. Приборы и оборудование. Методы подготовки образцов.	2	Изучение механизмов химических реакций. Определение свободных радикалов и других парамагнитных центров.	2 2	–	–
3	УФ-спектроскопия	Классификация электронных переходов. Теоретический расчет электронных переходов. Принцип измерения. Измерение спектра. Определение концентрации по окраске.	2	Блок-схема спектрометра ЭПР особенности эксперимента, достоинства и ограничения метода.	4	–	–
4	Хроматографические методы	Газожидкостная хроматография (ГЖХ). Жидкостно-адсорбционная хроматография. Тонкослойная хроматография.	2	Принципы и физико-химические основы молекулярной абсорбционной газовой хроматографии	4	–	–
5	Экспериментальные методы исследования процессов окисления	Экспериментальные методы исследования процессов окисления органических веществ. Реакторы и установки.	2	Фотометрическое определение неорганических веществ в водных растворах	4	–	–
	Всего аудиторных часов		10	–	18	–	–

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
УК-1, ОПК-1, ОПК-2, ПК-2	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- Устный опрос – всего 25 баллов;
- практические работы – всего 55 баллов.
- итоговая контрольная работа – 20 баллов

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет по дисциплине «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии» проводится устно по вопросам, представленным ниже (п.п. 6.5).

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 –Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо

90-100	Зачтено/отлично
--------	-----------------

6.2 Домашнее задание

Домашнее задание не предусмотрено

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

- 1) Лазерные методы исследования в химии
- 2) Методы исследования поверхности твердого тела.
- 3) Дифференциальная сканирующая калориметрия.
- 4) Применение масс-спектрального анализа в анализе нанодисперсных структур.
- 5) Сканирующая зондовая микроскопия и ее применение.
- 6) Принцип ИК-спектроскопии.
- 7) ИК-спектры и их интерпретация. Приборы и оборудование.
- 8) Измерение спектра.
- 9) Газожидкостная хроматография (ГЖХ).
- 10) ЯМР-спектроскопия
- 11) Методы определения основных физико-химических характеристик вещества
- 12) Современные методы анализа размеров, плотности, площадь удельной поверхности монолитных и порошкообразных материалов.
- 13) Характер изменения кажущейся плотности, усадки и пористости при обжиге. Знакомство с приборами и методами анализа.
- 14) Методы с использованием взаимодействия излучения с веществом.
- 15) Резонансные методы
- 16) Изучение общих принципов и практического применения ядерного магнитного резонанса (ЯМР), электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), ядерный квадрупольный резонанс.
- 17) Использование рентгеновского излучения для анализа.
- 18) Рентгеноспектральный анализ, рентгенофлуоресцентный спектральный анализ, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия.
- 19) Принцип действия и устройство спектрометра.
- 20) Определение химического состава по спектрограмме.
- 21) Физикохимические процессы, протекающие при высокотемпературном нагреве неорганических веществ.
- 22) Методы измерения температуры.
- 23) Термогравиметрия - анализ, при котором регистрируется изменение массы образца в зависимости от температуры.
- 24) Дилатометрия - термомеханический метод исследования, основанный на определении теплового расширения тела и его различных аномалий (при фазовых переходах и др.).

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Обзор теоретических и экспериментальных методов, используемых для исследования органических веществ

- 1) Особенности, отличие материалов от химических веществ.
- 2) Стимулирующая роль потребностей техники для создания материалов с заданными свойствами.
- 3) Научно обоснованный спланированный подход в создании функциональных материалов.
- 4) Прогноз по возможным свойствам новых материалов и методам их получения.
- 5) Поиск информации о составе, структуре, свойствах и применении веществ и материалов в стандартных базах данных.

Тема 2 ИК-спектроскопия

- 1) Методы электронной спектроскопии
- 2) Какими основными свойствами характеризуются электронные состояния молекул?
- 3) Какова природа и происхождение атомных природных спектров?
- 4) Назовите основные узлы спектральных приборов и укажите их назначение.
- 5) На чем основан качественный спектральный анализ? Как он проводится?
- 6) От чего зависит интенсивность спектральных линий? Что называют относительной интенсивностью спектральной линии? Как она зависит от условий возбуждения?
- 7) В чем сущность следующих методов количественного спектрального анализа: а) трех этанолов; б) одного эталона; в) постоянного графика?
- 8) По каким признакам можно идентифицировать в УФ-спектре полосу $\pi \rightarrow \pi^*$ перехода? Чем объясняются сдвиги этой полосы при изменении полярности растворителя?
- 9) Как формулируется правило отбора электронных переходов по спину и в результате чего оно может нарушаться?
- 10) Почему для выбранных переходов запрет по орбитальному правилу отбора может быть нестрогим?
- 11) Как формулируется принцип Франка-Кондона для вероятности электронных переходов?
- 12) Как влияет сопряжение хромофорных групп на их электронный спектр поглощения? Как отражается на интенсивности $\alpha \sim \tau^*$ полосы поглощения изменение конформации сопряженной системы двойных связей?
- 13) Какое преимущество дает преобразование спектральных кривых дифференцированием (первая, вторая производные оптической плотности по длине волны)?

- 14) В чем различие явлений флуоресценции и фосфоресценции?
- 15) В чем заключается правило зеркальной симметрии спектропоглощения и люминесценции? Почему оно является приближенным?
- 16) Что такое энергетический и квантовый выход люминесценции?
- 17) На чем основывается количественный люминесцентный анализ и какова его чувствительность сравнительно с абсорбционной спектрофотометрией?
- 18) Инфракрасные (ИК) спектры и комбинационное рассеяние света (КР)
- 19) В каких областях спектра проявляются переходы между вращательными, колебательными и электронными состояниями молекулы?
- 20) Какую информацию можно получить из ИК - спектров?
- 21) Что служит источником непрерывного, спектра в инфракрасной-области спектра?
- 22) Какой приемник инфракрасного излучения используется в области 2,5-50 мкм?
- 23) Зачем при съемке ИК - спектров поглощения порошкообразных или мелкокристаллических веществ используются иммерсионные среды вазелинового масла или КВГ?
- 24) Каково назначение дифракционной решетки в спектральном приборе?
- 25) Приведите основной закон, используемый для количественного анализа в ИК -спектроскопии.
- 26) Объясните природу нормальных колебаний и групповых частот, их количество и активность в ИК - спектрах.
- 27) Назовите условия изменения величин поляризуемости молекул в методе КР.
- 28) Изобразите схематично энергетические переходы в молекуле при комбинационном рассеянии света.
- 29) Каковы правила отбора в чисто вращательных спектрах КР? Каково их отличие от вращательных спектров в ИК и микроволновой области?

Тема 3 УФ-спектроскопия

- 1) Методы рентгеноэлектронной, фотоэлектронной и оже-спектроскопии
- 2) В чем основные отличия рентгеноэлектронных (ЭСХА) и фотоэлектронных (УФЭС) спектров?
- 3) В чем суть релаксационного оже-процесса и рентгеновской флуоресценции?
- 4) Чем характеризуются рентгеновские спектры поглощения, каковы их параметры?
- 5) Каковы отличительные особенности аппаратуры для различных методов рентгеновской и фотоэлектронной (включая оже-) спектроскопии?

б) Охарактеризуйте аналитические возможности рентгено- и фотоэлектронной спектроскопии.

Тема 4 ЯМР-спектроскопия

1) С какими физико-химическими характеристиками установлены корреляции химических сдвигов в ЯМР?

2) Что такое сдвигающие реагенты в ЯМР и что дает их применение в структурных исследованиях?

3) В чем заключается эффект «примесных спинов» и как его можно использовать для определения некоторых ядер?

4) Каковы критерии медленного, быстрого и промежуточного обмена ядер в спектрах ЯМР?

5) В чем суть методов множественного резонанса?

6) Объясните условие ЭПР и его реализацию в экспериментальном воплощении метода.

7) Что такое g-фактор Ланде и как он влияет на положение сигнала ЭПР?

8) Каковы правила отбора для перехода между зеемановскими уровнями по электронному и ядерному спиновым квантовым числам в системах с электрон-ядерным сверхтонким взаимодействием?

9) В каких случаях возникает неравновесная заселенность зеемановских спиновых состояний?

Тема 5 Масс-спектрометрия

1) На чем основан масс-спектрометрический анализ?

2) Начертить схему масс-спектрометра и пояснить назначение отдельных частей прибора.

3) Вывести уравнение зависимости радиуса дуги, которую описывают ионы в масс-спектрометре, от характеристик масс-анализатора и т/е иона.

4) На чем основан количественный масс-спектральный анализ?

5) Указать области количественного применения, достоинства и недостатки масс-спектрометрического метода.

Тема 6 Хроматографические методы

1) Каковы сущность и механизм хроматографического разделения смесей?

2) Как классифицируются методы хроматографии по агрегатному состоянию фаз, по механизму хроматографического разделения, по способу хроматографирования, по технике выполнения эксперимента?

3) Из каких основных узлов состоит газовый хроматограф? Какие типы колонок используются в газовом хроматографе? Каковы их конструктивные особенности? На чем основано действие детекторов в газовой хроматографии?

4) Какой вид имеет выходная кривая (хроматограмма) в газовой хроматографии? Как с ее помощью выполняется качественный и количественный анализ?

5) Каковы области применения газовой хроматографии? Каковы достоинства и недостатки этого метода?

6) В чем сходство и различие газо-жидкостной и газовой адсорбционной хроматографии?

7) Какие требования предъявляются к жидкой фазе в газо-жидкостной хроматографии? Какие вещества используются в качестве жидкой фазы, в качестве твердого носителя?

8) Каковы области применения, достоинства и недостатки газо-жидкостной хроматографии?

9) Что такое капиллярная хроматография? В чем ее особенности? Каковы достоинства, недостатки и области применения капиллярной хроматографии?

10) Каковы физико-химические основы жидкостной адсорбционной хроматографии? Из каких основных узлов состоят приборы жидкостной адсорбционной хроматографии? Каков принцип их действия?

12) Как выполняются качественный и количественный анализ в жидкостной хроматографии?

13) В чем сущность: а) бумажной хроматографии; б) тонкослойной хроматографии; в) ионообменной хроматографии; г) гель-хроматографии?

Тема 7 Экспериментальные методы исследования процессов окисления

1) Сканирующая электронная микроскопия

2) Каково общее устройство сканирующего электронного микроскопа?

3) Как формируется изображение в сканирующем электронном микроскопе?

4) Назовите разновидности сканирующей электронной микроскопии.

5) Назовите основные преимущества и основные недостатки сканирующей микроскопии перед другими методами микроскопии.

Тема 8 Термохимический анализ

1) Назовите основные термические методы исследования.

2) Каким образом достигаются высокие температуры и как они измеряются?

3) Каково общее устройство дериватографа и принцип его действия?

4) Какие факторы влияют на температурные характеристики термических кривых?

5) Как выбирают оптимальные условия термического анализа?

6) Современные электрохимические методы. Поляррография (ВДЭ)

7) Каковы механизмы массопереноса в поляррографии?

8) В чем недостатки теории конвективной диффузии Нернста?

9) Сущность теории конвективной диффузии Прандтля-Левича на неподвижном электроде.

10) Каковы области применения вращающегося дискового электрода?

Тема 9 Математический анализ кинетики

1) Математический анализ кинетики жидкофазного окисления веществ.

2) Общие кинетические уравнения жидкофазного окисления углеводов.

3) Исследование математических моделей химической кинетики.

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1. Латышенко К.П. Методы исследований процессов и материалов [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / К.П. Латышенко. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2023. — 197 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20394.html> — Текст: электронный.

2. Корзун Н.Л. Современные методы исследования очистки сточных вод [Электронный ресурс] : учебное пособие для лекционных и лабораторных занятий магистрантов / Н.Л. Корзун, И.Б. Кузнецов. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2021. — 166 с. — 2227-8397. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20415.html> — Текст: электронный.

3. Филимонова Н.И. Методы исследования микроэлектронных и нанoeлектронных материалов и структур. Сканирующая зондовая микроскопия. Часть I [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Филимонова, Б.Б. Кольцов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2021. — 134 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45104.html> . — Текст: электронный.

4. Величко А.А. Методы исследования микроэлектронных и нанoeлектронных материалов и структур. Часть II [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Величко, Н.И. Филимонова. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 227 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45105.html> — Текст: электронный.

Дополнительная литература

5. Николаев А.А. Физико-химические методы исследований флотационных систем [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А.А. Николаев. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2013. — 73 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/56606.html> — Текст: электронный.

6. Панова Т.В. Современные методы исследования вещества. Электронная и оптическая микроскопия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.В. Панова. — Электрон. текстовые данные. — Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2016. — 80 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/60748.html> — Текст: электронный.

7. Сибирцев В.С. Экспериментальные методы исследования физико-химических систем. Часть 1. Основы теории строения вещества и физико-химических превращений [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Сибирцев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2016.

— 78 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65379.html/> — Текст: электронный.

8. Сибирцев В.С. Экспериментальные методы исследования физико-химических систем. Часть 2. Атомная спектроскопия [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Сибирцев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2016. — 44 с. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/65380.html>. — Текст: электронный.

Учебно-методическое обеспечение

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: library.dstu.education.— Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.— Текст: электронный.

3. Консультант студента: электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.— Текст: электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст: электронный.

5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система.—Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —Текст: электронный.

6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн"<http://e.lanbook.com/>

7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. – <https://e.lanbook.com/>

8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. – <https://www.iprbookshop.ru/>

9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. – <https://rusneb.ru/>

10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. – <https://diss.rsl.ru/>

11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. – <https://cyberleninka.ru/>

12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. – <https://elibrary.ru/defaultx.asp?/>

13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» – <https://biblio.asu.edu.ru>

14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» <https://biblioclub.ru>

15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» <https://library.spbstu.ru>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<p>Вытяжной шкаф, Таблица Менделеева, прибор КФК, Термостат 2 шт, Печь муфельная 2 шт. Аппарат для встряхивания жидкости.</p> <p>Весы технические, разновесы Универсальный иономер ЭВ-74 Калориметр ОХ-12 Весы аналитические WA-21 Барометр Фотоколориметр KF-77, Плитка электрическая</p>	<p>306 главный корпус Площадь 54,57 м² Лаборатория физической химии и аналитического контроля</p> <p>406 главный корпус Площадь 73,75 м² Лаборатория общей химии</p>

Лист согласования РПД

Разработал
профессор кафедры
металлургических технологий
(должность)


(подпись) А.Л. Кухарев
(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой МТ


(подпись) Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

Декана факультета ГМПС


(подпись) О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
18.04.01 «Химическая технология»
Магистерская программа «Химическая
технология природных
энергонасителей и углеродных материалов»


(подпись) Н.Г. Митичкина
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись) О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	