

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Факультет химический
Кафедра физической химии



П.А. Машаров

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КИНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Укрупненная группа направлений подготовки	04.00.00 Химия
Программа высшего образования	Программа магистратуры
Направление подготовки	04.04.01 Химия
Магистерская программа	Химия
Квалификация	Магистр
Форма обучения	Очная, очно-заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Кинетические методы исследования» для обучающихся по направлению подготовки 04.04.01 Химия (Магистерская программа: Химия), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 04.04.01 Химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 655 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:
профессор кафедры физической химии,
д-р хим. наук

Н.И. Белая

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры физической химии.
Протокол от 26.03.2024 г. № 14

Заведующий кафедрой

В.М. Михальчук

СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета
28.03.2024 г.

Г.С. Бахтин

Учебно-методическая комиссия химического факультета.
Протокол от 27.03.2024 г. № 2.
Председатель

Р.И. Лыга

Руководитель основной профессиональной образовательной программы,
д-р хим. наук, проф.
28.03.2024 г.

А.С. Алемасова

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по дисциплинам, предусмотренным программой бакалавриата; дисциплины программы бакалавриата: Физическая химия, Высокомолекулярные соединения, Электрохимия, Химия коллоидных и наносистем.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Учебная практика: ознакомительная (обязательная), Производственная практика: преддипломная (обязательная), Производственная практика: научно-исследовательская работа (обязательная).

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	04.04.01 Химия (Программа магистратуры: Химия)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.5.1 Кинетические методы исследования
Часть образовательной программы	Вариативная часть
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	2	3	11	11	0	86	108	экзамен
Очно-заочная	2	4	3	3	0	102	108	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов систематических представлений о современных методах химической кинетики, их характеристиках, преимуществах, недостатках и областях применения.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-3. Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Использует современные ИТ-технологии при сборе, анализе и представлении информации химического профиля.	Знает общие и специализированные пакеты прикладных программ Умеет использовать стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
<i>Раздел 1 «Экспериментальные методы химической кинетики»</i>	
<i>Тема 1.</i> Понятие об ингибиторе окисления	Принципы, положенные в основу ингибирования цепных реакций. Понятие об ингибиторе окисления, антиоксиданте, стабилизаторе. Кинетические характеристики ингибиторов цепных реакций.
<i>Тема 2.</i> Классификация ингибиторов окисления	Кинетическая классификация ингибиторов окисления. Емкость, сила и эффективность ингибиторов окисления.
<i>Тема 3.</i> Торможение окисления фенолами и ароматическими аминами	Торможение окисления фенолами и ароматическими аминами - акцепторами пероксирадикал. Механизм ингибирования. Влияние химической и электронного строения антиоксиданта на его реакционную способность в реакции окисления и на эффективность действия. Прочность связей реакционных центров. Переходное состояние реакции фенолов (аминов) с пероксирадикалами, энергия активации реакции и влияние на нее различных факторов.
<i>Тема 4.</i> Реакции феноксильных радикалов и конечные продукты превращения ингибиторов	Реакции феноксильных радикалов и конечные продукты превращения ингибиторов и их роль в ингибированной окислении. Реакции непродуктивного расходования фенолов с гидроперекисями и молекулярным кислородом. Общая схема ингибированного окисления углеводов в присутствии фенолов.
<i>Тема 5.</i> Химические методы	Химические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства и недостатки, области применения.
<i>Тема 6.</i> Газовольнометрические методы. Моделирование	Газовольнометрические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и

кинетики реакции в программе Kinet	области применения.
Тема 7. Хемилюминесцентные методы	Хемилюминесцентные методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.
Тема 8. Фотоколориметрические и УФ-спектральные методы. Моделирование кинетики реакции в программе Kinet	Фотоколориметрические и УФ-спектральные методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.
Тема 9 Полярографические методы	Полярографические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 1. Понятие об ингибиторе окисления	2	2	0	10	14
Тема 2. Классификация ингибиторов окисления	2	2	0	10	14
Тема 3. Торможение окисления фенолами и ароматическими аминами	1	1	0	10	12
Тема 4. Реакции феноксильных радикалов и конечные продукты превращения ингибиторов	1	1	0	9	11
Тема 5. Химические методы	1	1	0	9	11
Тема 6. Газовольюмометрические методы. Моделирование кинетики реакции в программе Kinet	1	1	0	9	11
Тема 7. Хемилюминесцентные методы	1	1	0	9	11
Тема 8. Фотоколориметрические и УФ-спектральные методы. Моделирование кинетики реакции в программе Kinet	1	1	0	9	11
Тема 9 Полярографические методы	1	1	0	9	11
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	11	11	0	86	108

6.2. Форма обучения – очно-заочная, курс – 2, семестр – 4

Наименования разделов и тем	Количество часов
-----------------------------	------------------

	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
<i>Тема 1.</i> Понятие об ингибиторе окисления	0,6	0,6	0	12	13,2
<i>Тема 2.</i> Классификация ингибиторов окисления	0,3	0,3	0	12	12,6
<i>Тема 3.</i> Торможение окисления фенолами и ароматическими аминами	0,3	0,3	0	12	12,6
<i>Тема 4.</i> Реакции феноксильных радикалов и конечные продукты превращения ингибиторов	0,3	0,3	0	11	11,6
<i>Тема 5.</i> Химические методы	0,3	0,3	0	11	11,6
<i>Тема 6.</i> Газовольюмометрические методы. Моделирование кинетики реакции в программе Kinet	0,3	0,3	0	11	11,6
<i>Тема 7.</i> Хемилюминесцентные методы	0,3	0,3	0	11	11,6
<i>Тема 8.</i> Фотоколориметрические и УФ-спектральные методы. Моделирование кинетики реакции в программе Kinet	0,3	0,3	0	11	11,6
<i>Тема 9</i> Полярографические методы	0,3	0,3	0	11	11,6
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	3	3	0	102	108

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Вопросы для промежуточной аттестации

1. Принципы, положенные в основу ингибирования цепных реакций.
2. Понятие об ингибиторе окисления, антиоксиданте, стабилизаторе.
3. Кинетические характеристики ингибиторов цепных реакций.
4. Кинетическая классификация ингибиторов окисления.
5. Кинетическая характеристика акцепторов алкильных радикалов.
6. Кинетическая характеристика разрушителей гидропероксидов.
7. Кинетическая характеристика дезактиваторов металлов переменной валентности.
8. Кинетическая характеристика ингибиторов комбинированного действия.
9. Явление синергизма. Синергические смеси.
10. Ингибиторы радикальных процессов однократного и многократного действия.
11. Емкость, сила и эффективность ингибиторов окисления.
12. Торможение окисления фенолами и ароматическими аминами - акцепторами пероксирадикал (механизм ингибирования).
13. Влияние химической и электронного строения антиоксиданта на его реакционную способность в реакции окисления и на эффективность действия. Прочность связей реакционных центров.
14. Переходное состояние реакции фенолов (аминов) с пероксирадикалами, энергия активации реакции и влияние на нее различных факторов.
15. Реакции феноксильных радикалов и конечные продукты превращения ингибиторов и их роль в ингибированной окислении.

16. Реакции непродуктивного расходования фенолов с гидроперекисями и молекулярным кислородом.
17. Общая схема ингибированного окисления углеводородов в присутствии фенолов.
18. Химические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства и недостатки, области применения.
19. Газовольюмометрические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.
20. Хемилюминесцентные методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.
21. Фотоколориметрические и УФ-спектральные методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.
22. Полярографические методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами, их достоинства, недостатки и области применения.

7.2. Образец содержания экзаменационного билета

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Реакции непродуктивного расходования фенолов с гидроперекисями и молекулярным кислородом.
2. Хемилюминесцентные методы измерения констант скоростей реакции антиоксидантов со свободными радикалами (их достоинства, недостатки и области применения).
3. При инициированном окислении этилбензола ($T = 60^\circ\text{C}$, $v_i = 3,5 \cdot 10^{-8}$ моль/(л·с)) коэффициент ингибирования рутина, определенный газовольюмометрическим методом, составляет 2. Определить величину периода индукции окисления этилбензола при концентрации рутина $2 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

Утверждено на заседании кафедры физической химии
 Протокол № от «___» 20___ г.

Заведующий кафедрой _____ Михальчук В.М.

Экзаменатор _____ Белая Н.И.

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 3

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
Раздел 1 «Экспериментальные методы химической кинетики»	Организационно-учебная работа студента в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Текущий контроль	35
ИТОГО		50
Экзамен		50
Общий итог за семестр		100

8.2. Форма обучения – очно-заочная, курс – 2, семестр – 4

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
Раздел 1 «Экспериментальные методы химической кинетики»	Организационно-учебная работа студента в аудитории	5
	Самостоятельная работа	10
	Текущий контроль	35
ИТОГО		50
Экзамен		50
Общий итог за семестр		100

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D		зачтено
60-69	E	удовлетворительно	зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;

- письменные задания выполняются на компьютере;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 9-м (ул. Щорса, 17а) учебном корпусе университета. Для проведения лекционных и лабораторных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя. Выход в Интернет проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете 9-го (ауд. 401) учебного корпуса, материально-техническую базу учебных лабораторий по физической химии (№ 404, 405) кафедры физической химии.

В процессе обучения студенты имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине «Физическая химия», размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». С использованием ресурсов платформы дистанционного образования также осуществляется текущий контроль знаний студентов на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Кинетические методы исследования: учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 04.04.01 Химия [Электронный ресурс] / Н.И. Белая. – Донецк: ДонНУ, 2020. – 105 с.
2. Расчетно-графические задачи по химической кинетике и катализу / сост. Н. И. Белая, А. В. Белый, Л. М. Пронько. – Донецк: ФГБОУ ВО «ДонГУ», 2023. – 107 с.
3. Физическая химия: основы электрохимии в вопросах и ответах / Н. И. Белая, А. В. Белый, Т. Б. Полищук. – Донецк: ДОННУ, 2022. – 122 с.

4. Лабораторный практикум по химической кинетике и катализу: учебное пособие / Н. И. Белая, А. В. Белый, Л. М. Пронько., Т. Б. Полищук. – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2018. – 137 с.
5. Лабораторные работы по физической химии (раздел электрохимия): учебное пособие / Н.И. Белая, А.В. Белый, Г.А. Тихонова, В.И. Кожокарь – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2020. – 150 с.

11.2. Дополнительная литература

1. Физическая химия: учебное пособие, электронное издание сетевого распространения / В.А. Умрихин — М.: «КДУ», «Добросвет», 2018.
2. Физическая химия. Химическое равновесие: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Л.В. Цыро, С.Я. Александрова. – Томск: Томский госуниверситет, 2012. – 116 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).

