

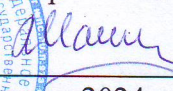
Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Химический факультет
Кафедра биохимии и органической химии



УТВЕРЖДАЮ
проректор


«29» марта 2024 г.

П.А. Машаров

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

РАДИКАЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ В КЛЕТКЕ

Укрупненная группа направлений подготовки	04.00.00 Химия
Программа высшего образования	Программа специалитета
Специальность	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Квалификация	Химик. Преподаватель химии
Форма обучения	Очная

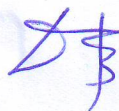
Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Радикальные реакции в клетке» для обучающихся по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 13 июля 2017 г. № 652 (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:

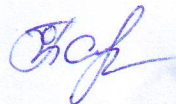
старший преподаватель кафедры биохимии и органической химии



В.С. Дорошкевич

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры биохимии и органической химии. Протокол от 26.03.2024 г. № 9

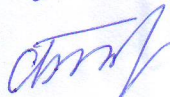
Заведующий кафедрой



О.В. Баранова

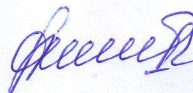
СОГЛАСОВАНО:

Декан химического факультета
28.03.2024 г.



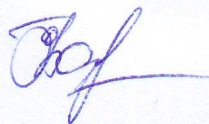
С.Г. Бахтин

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



Р.И. Лыга

Руководитель основной профессиональной образовательной программы,
канд. хим. наук, доц.
28.03.2024 г.



О.В. Баранова

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 химии в объёме программы средней школы;
дисциплины программы специалитета: Неорганическая химия, Органическая химия, Физическая химия, Аналитическая химия, Биохимия и молекулярная биология, Химия белка.

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

Кинетика и термодинамика ферментативных процессов, Инструментальные методы химического анализа веществ, материалов и окружающей среды, Спектроскопические методы в анализе, Физические методы исследования, Производственная практика: преддипломная практика.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.5 Радикальные реакции в клетке
Часть образовательной программы	Базовая часть Вариативная часть Дисциплины по выбору
Количество зачетных единиц / всего часов	5 / 180

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	5	9	39	26		115	180	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Подготовка специалистов, способных различать протекающие по радикальному и нерадикальному механизму биохимические процессы, владеющих методами исследования радикальных реакций и идентификации радикалов, знающих механизмы окислительных преобразований биомолекул.

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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-1 Способен	ОПК-1.1.	Знает: теоретические основы химии. Владеет:

анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	Систематизирует и анализирует результаты наблюдений, измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	навыками использования знаний о химических процессах в лабораторных исследованиях
--	--	---

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Тема 1.	Открытие свободных радикалов, их классификация и пространственное строение. Энергия диссоциации связи и энтальпии образования радикалов. Магнитные свойства свободных радикалов. Методы обнаружения и исследования радикалов, сложности их детекции в реакционной смеси. Принципы метода спиновых ловушек.
Тема 2.	Молекулярные и радикальные реакции. Радикальные реакции в органической, неорганической химии и биохимии. Примеры радикальных реакций в клетке.
Тема 3.	Механизм радикального процесса. Характеристика основных его стадий. Неразветвленные радикальные процессы и реакции с вырожденным разветвлением цепи. Инициированные и неинициированные радикальные реакции. Примеры используемых на практике инициаторов.
Тема 4.	Основные физико-химические параметры радикального процесса: скорость инициирования, продолжения и обрыва цепи, длина цепи. Экспериментальные методы исследования радикальных реакций: импульсный фотолиз и радиоллиз, методы фотохимического действия и преддействия, хемилюминесцентные методы анализа, газовольюметрия, метод ингибиторов.
Тема 5.	Спин-разрешенные и спин-запрещенные химические реакции. Возбужденные формы молекулярного кислорода. Синглетные и триплетные состояния кислорода. Электронное строение молекулы кислорода. Объяснение его реакционной способности с позиций метода молекулярных орбиталей.
Тема 6.	Механизм многостадийного четырехэлектронного восстановления молекулярного кислорода до воды. Классификация, строение, механизмы образования, реакционная способность активных форм кислорода и азота.
Тема 7.	Механизм авто- и инициированного жидкофазного окисления углеводов молекулярным кислородом на примере алкилбензолов.
Тема 8.	Катализ окисления органических веществ ионами металлов переменной валентности и их комплексами. Активация молекулярного кислорода в процессах окисления органических веществ металло-комплексами на примере системы цитохромоксидазы P ₄₅₀ .
Тема 9.	Механизм окислительной деструкции белков, липидов, нуклеиновых кислот и углеводов. Роль в этом процессе молекулярного кислорода. Инициация окислительных процессов экзогенными и эндогенными факторами. Перекисное окисление липидов и мутагенез.

Тема 10.	Потеря функциональной активности макромолекул клетки под воздействием процессов окислительной трансформации. Взаимодействие продуктов полного и неполного окисления биомолекул с исходными немодифицированными субстратами. Особенности нарушений в биологических системах под воздействием окислительной деструкции.
Тема 11.	Функциональная роль активных метаболитов кислорода в системе защитных реакций организма. Характеристика специализированных ферментных систем генерации активных форм кислорода. Механизм действия, строение и свойства НАДФН-оксидазы лейкоцитов, пероксидазы нейтрофильных гранулоцитов (миелопероксидаза), индуцибельной NO-синтетазы лейкоцитов, ксантиноксидазы. Лактоферин, как потенциальный фактор каталитической продукции гидроксильных радикалов и дезорганизации антиоксидантной системы патогенных микроорганизмов.
Тема 12.	Участие активных форм кислорода в патологических процессах. Влияние их на эндогенные и экзогенные молекулы. Краткая характеристика антиоксидантной системы защиты организма.

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 5, семестр – 9

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Тема 1 – 6. <i>Свободные радикалы. Особенности протекания реакций с их участием. Реакционная способность молекулярного кислорода и его активных форм</i>	20	14		56	90
Тема 7 – 12. <i>Окисление органических веществ молекулярным кислородом в жидкой фазе. Процессы окисления биологических молекул. Система защитных реакций организма.</i>	19	12		59	90
ИТОГО ЗА КУРС	39	26	-	115	180

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

7.1. Контрольные вопросы

1. Свободные радикалы. Открытие, классификация, структура и методы обнаружения свободных радикалов. Спиновые ловушки, механизм их действия.
2. Принцип деления механизмов протекания процессов на молекулярные, ионные и радикальные. Общая схема радикальных реакций. Кинетические и термодинамические параметры данного процесса.
3. Термодинамические и спиновые запреты на протекание химических процессов. Спин- запрещенные химические реакции.
4. Особенности реакционной способности молекулярного кислорода.
5. Классификация активных форм кислорода и азота. Их строение и реакционная способность.
6. Реакции жидкофазного окисления органических веществ молекулярным кислородом. Общая схема процесса.
7. Катализ окисления органических веществ металлами переменной валентности и их

комплексами. Использование инициаторов окислительных процессов.

8. Экспериментальные методы изучения радикальных реакций.

9. Применение методов фотолиза и радиолиза для исследования радикальных процессов.

10. Лазерный магнитный резонанс (ЛМР) как метод изучения радикальных реакций.

11. Хемилюминесцентный и газовольнометрический методы исследования медленных радикальных процессов.

12. Метод ингибиторов.

13. Пути генерации активных форм кислорода в биосистемах.

14. Общая характеристика процессов биологического окисления в клетке.

Исследование реакций окисления биомолекул на модельных системах.

15. Характеристика процессов биологического окисления липидов. Механизм перекисного окисления липидов.

16. Влияние процессов перекисидации липидов на физико-химические свойства и транспортные процессы биомембран.

17. Углеводы как мишень окислительной деструкции.

18. Процессы окислительного повреждения белков.

19. Химическая модификация азотистых оснований, реакции фрагментации нуклеиновых кислот под действием активных форм кислорода.

20. Понятие окислительного стресса. Его последствия для организма.

21. Химическая модификация биомолекул продуктами глубокого окисления липидов, углеводов, белков, низкомолекулярных веществ.

22. Функциональная роль активных форм кислорода в реакциях неспецифического иммунитета. АФК-генерирующие системы организма.

23. Характеристика НАДФН-оксидазы лейкоцитов.

24. Характеристика миелопероксидазы лейкоцитов.

25. Кинетическая классификация антиоксидантов.

7.2. Темы докладов (рефератов)

1. Свободные радикалы. Открытие, классификация, структура и методы обнаружения свободных радикалов. Спиновые ловушки, механизм их действия.

2. Принцип деления механизмов протекания процессов на молекулярные, ионные и радикальные. Общая схема радикальных реакций. Кинетические и термодинамические параметры данного процесса.

3. Термодинамические и спиновые запреты на протекание химических процессов. Спин-запрещенные химические реакции.

4. Особенности реакционной способности молекулярного кислорода.

5. Классификация активных форм кислорода и азота. Их строение и реакционная способность.

6. Реакции жидкофазного окисления органических веществ молекулярным кислородом. Общая схема процесса.

7. Катализ окисления органических веществ металлами переменной валентности и их комплексами. Использование инициаторов окислительных процессов.

8. Экспериментальные методы изучения радикальных реакций.

9. Применение методов фотолиза и радиолиза для исследования радикальных процессов.

10. Лазерный магнитный резонанс (ЛМР) как метод изучения радикальных реакций.

11. Хемилюминесцентный и газовольнометрический методы исследования медленных радикальных процессов.

12. Метод ингибиторов.

13. Пути генерации активных форм кислорода в биосистемах.

14. Общая характеристика процессов биологического окисления в клетке.

Исследование реакций окисления биомолекул на модельных системах.

15. Характеристика процессов биологического окисления липидов. Механизм перекисного окисления липидов.
16. Влияние процессов пероксидации липидов на физико-химические свойства итра
17. Углеводы как мишень окислительной деструкции.
18. Процессы окислительного повреждения белков.
19. Химическая модификация азотистых оснований, реакции фрагментации нуклеиновых кислот под действием активных форм кислорода.
20. Понятие окислительного стресса. Его последствия для организма.
21. Химическая модификация биомолекул продуктами глубокого окисления липидов, углеводов, белков, низкомолекулярных веществ.
22. Функциональная роль активных форм кислорода в реакциях неспецифического иммунитета. АФК-генерирующие системы организма.
23. Характеристика НАДФН-оксидазы лейкоцитов.
24. Характеристика миелопероксидазы лейкоцитов.
25. Кинетическая классификация антиоксидантов.

7.3. Темы письменных работ.

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.4. Образец содержания задания на экзамене:

Донецкий государственный университет
Химический факультет
Кафедра биохимии и органической химии

Угруппированная группа направлений подготовки	04.00.00 Химия
Программа высшего образования	Программа специалитета
Направление подготовки	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Профиль подготовки	Общий
Квалификация	Специалист
Форма обучения	Очная

Билет № 14

1. Открытие радикалов. Их общая характеристика и классификация. Примеры радикалов, встречающиеся в биообъектах.
2. Какие из соединений могут быть инициаторами радикального окисления? Обоснуйте свой ответ. Напишите реакцию распада какого-нибудь из представленных инициаторов.
3. Приведите примеры химических реакций, протекающих по радикальному механизму.
4. Системы Фентона и Раффа. Могут ли данные реакции реализовываться в организме?

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. Семестр 9

Форма контроля	Максимальное количество баллов	
	За одну работу	Всего
Текущий контроль:		
Лабораторная работа	2	10
Контрольная работа	5	15
Модульный контроль	25	25
Промежуточная аттестация	экзамен	50
Итого 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	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		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 аудиториях IX учебного корпуса ДонГУ (г. Донецк, ул. Щорса, 17а). Для проведения 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 Главного корпуса (ауд. 104).

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Радикальные реакции в клетке [Электронный ресурс] / А. Н. Шендрик, Л. В. Каниболоцкая – Учебное пособие для студентов специальности «Биохимия». – Донецк:Ноулидж, 2010. – 153 с. (режим доступа – library.donnu.ru)
2. Автоокисление фенольных антиоксидантов в водных средах [Электронный ресурс]: / А. Н. Шендрик, И. Д. Одарюк, Л.В. Каниболоцкая и др. – Монография – Донецкий нац. ун-т. – Донецк: ДонНУ, 2013 – 156 с.
3. Пищевая химия: антиоксиданты и питание [Электронный ресурс] / Н. В. Трегубова, Л. А. Борисенко, А. А. Борисенко А.А – Учебное пособие по дисциплинам: «Биохимия», «Пищевая химия» и «Физиология питания» – Ставрополь, 2014. – 67 с.
4. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. в 3 т. / Д.Нельсон. – Т. 1 – 2011. – 693 с., Т. 2 – 2014. – 636 с., Т. 3– 2015. – 448 с.

5. Биохимия [Текст] / Учебное руководство. А.А. Чиркин, Е.О. Данченко. – Москва: Мед. лит., 2010 – 605 с.
6. Чиркин, А. А. Биохимия [Текст] : учеб. рук. : учеб. пособие для студентов и магистрантов вузов по биол. и мед. специальностям / А. А. Чиркин, Е. О. Данченко. – Москва : Мед. лит., 2010. - 605 с.

11.2. Дополнительная литература

7. Рогинский В.А. Фенольные антиоксиданты. Реакционная способность и эффективность. // М.: «Наука», 1988. – 248с.
8. Владимиров, Ю. А. Перекисное окисление липидов в биологических мембранах / Ю. А. Владимиров, А. И. Арчаков ; АН СССР, Науч. совет по проблемам биол. физики. - Москва : Наука, 1972. - 252 с.
9. Денисов, Е. Т. Окисление и деструкция карбоцепных полимеров / Е. Т. Денисов. - Л. : Химия, Ленингр. Отд-ние, 1990. - 288 с.
10. Разумовский, С. Д. Кислород - элементарные формы и свойства / С. Д. Разумовский. - Москва : Химия, 1979. - 301 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).