

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 15 от 24.12.2025 г.

Рабочая программа дисциплины
Органическая химия и основы биохимии

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы
Медицинская физика

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2026 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.1.03 Органическая химия и основы биохимии относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-2: Способен применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин, в научно-исследовательской деятельности, при реализации научно-исследовательских, научно-инновационных и практических проектов	ИД ПК-2: Демонстрация способности применять профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных дисциплин, в научно-исследовательской деятельности, при реализации научно-исследовательских, научно-инновационных и практических проектов	ИД ПК-2: Демонстрировать понимание классификации и номенклатуры органических соединений для корректной идентификации биомолекул и их синтетических аналогов в научных статьях и проектной документации. Анализировать пространственное строение (стереоизомерию) органических молекул и прогнозировать, как стереохимия влияет на биологическую активность и взаимодействие с хиральными средами (например, ферментами, рецепторами) — важно для проектов по радиофармпрепаратам. Объяснять влияние электронных эффектов (сопряжение, ароматичность, индуктивный эффект) на кислотно-основные свойства органических соединений, а также на их спектральные характеристики (УФ, ЯМР) — для интерпретации данных физико-химических методов в НИР. Прогнозировать основные типы реакций (электрофильное присоединение, нуклеофильное замещение, элиминирование)	Коллоквиум	Зачёт: Задания

		для биологически важных молекул и моделирования их поведения в условиях радиационного воздействия или ферментативного катализа. Применять знания об окислении-восстановлении органических соединений для понимания редокс-процессов в клетке, работы дыхательной цепи, а также для интерпретации действия антиоксидантных систем (связь с радиационной биохимией). Использовать знания о строении и функциях аминокислот и белков для выбора методов исследования (электрофорез, хроматография, спектроскопия) в научных проектах, связанных с радиационно-индуцированными изменениями белков. Объяснять механизм ферментативного катализа и факторы, влияющие на активность ферментов, с учетом физических параметров (температура, pH, ионная сила) и возможного ингибирования — для планирования экспериментов <i>in vitro</i>. Демонстрировать понимание строения нуклеиновых кислот и принципов матричных синтезов (репликация, транскрипция) для оценки последствий радиационных повреждений ДНК в рамках НИР по медицинской физике. Интерпретировать структуру и свойства углеводов и липидов как ключевых энергетических и структурных компонентов клетки, объяснять их обмен с позиции термодинамики и транспорта веществ. Применять понятие		
--	--	--	--	--

		макроэргической связи и принципы окислительного фосфорилирования для анализа энергетического обмена клетки и разработки экспериментальных моделей метаболических нарушений. Выявлять взаимосвязи между химическим строением биомолекул, их реакционной способностью и возможностью применения физических методов (масс-спектрометрия, ЯМР, рентгеноструктурный анализ, ЭПР) для идентификации и количественного определения в научных исследованиях. Применять базовые знания биохимии для формулировки гипотез и интерпретации данных в научно-исследовательских проектах на стыке физики, химии и медицины		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	43
Промежуточная аттестация	0
	Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе	
		Контактная работа (работа во	Самостоятельная

		взаимодействии с преподавателем), часы из них			работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О
Тема 1. Классификация и номенклатура органических соединений	10	2	4	6	4
Тема 2. Теория химического строения в органической химии:	4	2		2	2
Тема 3. Реакционная способность органических соединений.	4	2		2	2
Тема 4. Введение биохимии	10	2	4	6	4
Тема 5. Биохимия биополимеров	22	10	4	14	8
Тема 6. Ферменты	4	2		2	2
Тема 7. Регуляция метаболизма	4	2		2	2
Тема 8. Методы исследования биологических молекул	49	10	20	30	19
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	108	32	32	65	43

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Классификация и номенклатура органических соединений: Подходы к классификации органических веществ. Правила номенклатуры ИЮПАК.

Тема 2. Теория химического строения в органической химии: Типы изомерии. Стереоизомерия. Сопряжение и ароматичность.

Тема 3. Реакционная способность органических соединений: Электронные эффекты заместителей. Кислотные и основные свойства органических соединений Реакционная способность углеводов: реакционная способность ненасыщенных углеводов; реакции электрофильного присоединения; реакции электрофильного замещения se ; реакции нуклеофильного замещения и элиминирования у насыщенного атома углерода; реакции нуклеофильного присоединения в альдегидах и кетонах; реакции нуклеофильного замещения в карбоновых кислотах и их производных Окисление и восстановление в молекулах органических соединений

Тема 4. Введение биохимии: Свойства живых организмов. Классы биологических молекул.

Тема 5. Биохимия основных биомолекул: Аминокислоты. Белки. Нуклеиновые кислоты. Строение. Обмен нуклеиновых кислот. Понятие матричных синтезов. Углеводы. Строение и свойства. Биологическая роль Обмен углеводов. Липиды. Строение и свойства. Обмен липидов.

Тема 6. Ферменты: Понятие о биологическом катализе. Строение, классификация и роль ферментов. Кинетика ферментативных реакций.

Тема 7. Регуляция метаболизма: Понятие об обмене веществ. Метаболические циклы. Закономерности передачи сигналов в биологических системах. Гормоны. Клеточные сигнальные пути.

Тема 8. Методы исследования биологических молекул: Общие принципы выделения и очистки биомолекул (гомогенизация, центрифугирование (дифференциальное, в градиенте плотности), хроматографические методы: гель-фильтрация (размерное исключение), ионообменная, аффинная, гидрофобная, ВЭЖХ, электрофорез (нативный, ПААГ-электрофорез, капиллярный электрофорез, изоэлектрическое фокусирование). Спектроскопические методы исследования структуры (УФ-видимая спектроскопия, флуоресцентная спектроскопия (собственная флуоресценция триптофана, тирозина;

методы меток для изучения конформации и динамики белков), инфракрасная (ИК) и рамановская спектроскопия (вторичная структура белков, конформация липидных бислоев), спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР) – принципы применительно к биомолекулам (определение трёхмерной структуры в растворе, динамика, лиганд-связывание), электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) – для изучения свободных радикалов и спиновых меток (особенно важно при радиационных исследованиях). Масс-спектрометрия биомолекул (ионизация мягкими методами: MALDI-TOF, ESI, определение молекулярной массы, посттрансляционных модификаций, пептидное картирование (протеомика). применение в медицинской физике: идентификация радиационно-индуцированных модификаций белков и ДНК). Методы изучения пространственной структуры (рентгеноструктурный анализ (монокристаллы белков, нуклеиновых кислот) – принципы (дифракция Фурье), ограничения, криоэлектронная микроскопия (cryo-EM) – современное значение для крупных комплексов, мембранных белков. Методы, основанные на биологическом узнавании (иммунохимические методы (ELISA, вестерн-блоттинг) – использование антител, биосенсоры: поверхностный плазмонный резонанс (SPR), кварцевые микровесы (QCM) – изучение кинетики связывания). Методы исследования нуклеиновых кислот (Секвенирование (по Сэнгеру, NGS – общее представление), полимеразная цепная реакция (ПЦР) и ПЦР в реальном времени – принципы, детекция. Гелевый электрофорез ДНК/РНК, методы визуализации (этидий бромид, интеркалирующие красители). Методы анализа повреждений ДНК (кометный электрофорез, щелочная элюция, γ -H2AX-окрашивание) – важны для радиобиологии). Методы исследования белков (функциональные) (определение ферментативной активности (спектрофотометрический, флуориметрический, радиометрический), изучение сворачивания/разворачивания (круговой дихроизм, сканирующая калориметрия, флуоресценция), Методы определения олигомерного состояния (гель-фильтрация, аналитическое ультрацентрифугирование, кросс-линкинг).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

1. Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД.
2. Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Состояние гибридизации атомов углерода в **a**-метилстироле
2. Сравните реакционную способность этильного, изопропильного и трет-бутильного радикалов по отношению к **p**-связи этилена
3. Рассмотрите взаимодействие дихлоркарбена с циклогексеном

4. Рассмотрите реакции нитрования, сульфохлорирования и сульфирования алканов на примере 2-метилпропана
5. Приведите формулу 2-бром-2-метилбутана и рассмотрите его взаимодействие с водным и спиртовым растворами гидроксида калия
6. Сравните реакционную способность бромистого циклогексана и бромбензола по отношению к нуклеофильным реагентам
7. Сравните реакционную способность гидроксильной группы в фенолах и одноатомных алифатических спирта
8. Строение карбонильной группы. Электронные эффекты в карбонильных соединениях на примере пропаналя
9. Электронное строение карбоксильной группы. Факторы, определяющие степень диссоциации карбоновых кислот
10. D- и L-ряды моносахаридов

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок.
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2

Напишите уравнения реакций с указанием промежуточных стадий и реакционных частиц, назовите исходные и конечные продукты реакций:

1. Алкан (приведена формула) + Cl_2 (при облучении) или HNO_3 (при нагревании) $\rightarrow$?
2. Алкен (приведена формула) + Br_2 или HBr (или HCl) или H_2O (в кислой среде) $\rightarrow$?
3. Алкин (приведена формула) + Br_2 или HBr (или HCl) или H_2O (в кислой среде) $\rightarrow$?
4. Сопряженный диен (приведена формула) + Br_2 или HBr (или HCl) $\rightarrow$?

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Решение приведено в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности действий или не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы; в ходе решения могут быть допущены незначительные ошибки.
не зачтено	Решение приведено не полностью или объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Перекалин Всеволод Васильевич. Органическая химия : [учебник для хим. фак. пед. ин-тов]. - Изд. 2-е, перераб. - Москва : Просвещение, 1973. - 631 с., 5 л. ил. : ил. - 1.36. - Текст : непосредственный., 1 экз.
2. Ленинджер А. Л. Основы биохимии : в 3 т. : пер. с англ. [Т.] 2 / пер. т. М. Г. Дуниной, С. Н. Пребраженского ; под ред. В. А. Энгельгардта, Я. М. Варшавского. - М. : Мир, 1985. - [7], 355 с. : ил. - 2.80. - Текст : непосредственный., 59 экз.
3. Ленинджер А. Л. Основы биохимии : в 3 т. : пер. с англ. [Т.] 2 / пер. т. М. Г. Дуниной, С. Н. Пребраженского ; под ред. В. А. Энгельгардта, Я. М. Варшавского. - М. : Мир, 1985. - [7], 355 с. : ил. - 2.80. - Текст : непосредственный., 59 экз.
4. Ленинджер А. Л. Основы биохимии : в 3 т. [Т.] 1 / пер. с англ. В. В. Борисова [и др.] ; под ред. В. А. Энгельгардта, Я. М. Варшавского. - М. : Мир, 1985. - 365 с. : ил. - 2.80. - Текст : непосредственный., 57 экз.

Дополнительная литература:

1. Шабаров Юрий Сергеевич. Органическая химия : учеб. для вузов. Ч. 1. Нециклические

соединения. - М. : Химия, 1994. - 499 с. : ил. - 5400.00. - Текст : непосредственный., 46 экз.

2. Шабаров Юрий Сергеевич. Органическая химия : учеб. для вузов. Ч. 2. Циклические соединения. - М. : Химия, 1994. - 348 с. - 5400.00. - Текст : непосредственный., 48 экз.

3. Комов Вадим Петрович. Биохимия : Учебник Для академического бакалавриата / Комов В. П., Шведова В. Н. ; под общ. ред. Комова В.П. - 4-е изд. - Москва : Юрайт, 2016. - 640 с. - (Бакалавр. Академический курс). - ISBN 978-5-9916-3929-3. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=763003&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru>

ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru>

Научная электронная библиотека «Е-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Зайцева Екатерина Владимировна, кандидат физико-математических наук

Гришин Дмитрий Федорович, доктор химических наук, профессор

Стручкова Ирина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Конаков Антон Алексеевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 23.12.2025, протокол № б/н.