

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕ-
РАЦИИ

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

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО
президиумом ученого совета
ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Молекулярная биофизика

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

30.05.02 Медицинская биофизика

Квалификация (степень)

Врач-биофизик

Форма обучения

Очная

Нижний Новгород

2022 год

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Молекулярная биофизика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП по специальности 30.05.02 Медицинская биофизика.

Студенты к моменту освоения дисциплины «Молекулярная биофизика», согласно ФГОС ВО, ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин: физика, химия, математика.

К моменту изучения дисциплины у студентов присутствуют устойчивые представления, касающиеся понятийного аппарата в области физиологии и биохимии, молекулярной биологии.

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование представлений о принципах структурной организации и функционирования биологических макромолекул (в первую очередь белков и нуклеиновых кислот);
- анализ взаимосвязи между молекулярной структурой и выполняемыми функциями;
- рассмотрение физических основ функционирования ферментов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

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	
ПК-1. Способность исследовать и оценивать состояния функции внешнего дыхания, нервной системы, проводить функциональную диагностику заболеваний сердечно-сосудистой системы.	ПК-1.1. Обладает фундаментальными и практическими знаниями о дыхательной, нервной, сердечно-сосудистой системах; ПК-1.2. Умеет исследовать состояние функции внешнего дыхания, нервной системы и проводить функциональную диагностику заболеваний сердечно-сосудистой систем; ПК-1.3. Владеет навыками оценки состояния функции внешнего дыхания, нервной системы, проводить функциональную диагностику заболеваний сердечно-сосудистой системы.	<i>Знает</i> принципы структурной организации и функционирования биологических макромолекул и методы их исследования; <i>Умеет</i> применять знания для решения теоретических и практических задач в области молекулярной биофизики; <i>Владеет</i> навыками критического анализа информации при выполнении научно-исследовательской работы в области молекулярной биофизики.	Контрольные вопросы, тесты

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	64
- занятия лекционного типа	32
- занятия практического типа	32
самостоятельная работа	7
КСР	1
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (часы)	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося,
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					
		из них					
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа		Всего	
История молекулярной биологии. Нуклеиновые кислоты	8	4	4			8	
Репликация ДНК. Репарация ДНК	9	4	4			8	1
Транскрипция у прокариот. Регуляция транскрипции у прокариот	9	4	4			8	1
Транскрипция у эукариот	9	4	4			8	1
Посттранскрипционные изменения РНК	9	4	4			8	1
Трансляция. Посттрансляционная модификация белков	9	4	4			8	1
Генетическая организация прокариот	9	4	4			8	1
Генетическая организация эукариот	9	4	4			8	1
Итого	71	32	32			74	7

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках семинарских занятий. Промежуточная аттестация осуществляется на зачете.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет
- подготовка к устному опросу на семинарских занятиях;
- подготовка к тестам;
- подготовка к зачету.

Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Молекулярная биофизика»

Подготовка к устному опросу, тестированию

Все перечисленные виды самостоятельной работы представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин.

При подготовке к ним студенту необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме;
- 3) тщательно изучить лекционный материал;
- 4) повторить материалы предшествующих дисциплин.

Подготовка к зачету

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **зачета**. Подготовка к зачету является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Молекулярная биофизика».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к зачету по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки докладов по отдельным темам;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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 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 владения материалом. 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 оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	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
зачтено	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Примеры вопросов контрольной работы:

1. Строение пептидной цепи. Валентные связи и углы между ними. Колебания длин связей и углов.
2. Вращение вокруг валентных связей в пептидной цепи. Запрещенные и разрешенные области на картах Рамачандрана для глицина, аланина и более крупных аминокислотных остатков.
3. «Клубок» и его главные отличия от глобулы. Вторичные структуры белковой цепи. -спираль, -структура.
3. Энергия инициации и элонгации -спирали и -складчатой структуры. Влияние аминокислотных остатков на стабильность определенных вторичных структур.
4. Пространственные структуры белковых молекул. Фибриллярные и мембранные белки.
5. Пространственные структуры белковых молекул. Типичные мотивы укладки водорастворимых глобулярных белков.
6. Энергетические дефекты в архитектуре глобулярных белков. Связь величины де-фекта с вероятностью его встречаемости в белковых молекулах.
7. Принципы структурной организации ферментов. Строение активных центров ферментов.
8. Физические основы ферментативного катализа (на примере сериновых протеаз).
9. Взаимодействие субстрата и фермента.
10. Особенности первичной структуры нуклеиновых кислот.
11. Внутримолекулярные взаимодействия в двойной спирали.
12. Структура транспортных РНК. Связывание с аминокислотами.
13. Структура рибосомы. Механизм синтеза пептида.
14. Денатурация-ренатурация белков.
15. Котрансляционный фолдинг пептидов.

Примеры тестовых заданий:

1) При растворении в воде гидрофобного соединения:

а) $\Delta S > 0$, $\Delta H > 0$, $\Delta G < 0$; г) $\Delta S < 0$, $\Delta H > 0$, $\Delta G < 0$;

б) $\Delta S > 0$, $\Delta H > 0$, $\Delta G > 0$; д) $\Delta S < 0$, $\Delta H < 0$, $\Delta G > 0$.

в) $\Delta S < 0$, $\Delta H < 0$, $\Delta G < 0$;

2) Энергия ван-дер-ваальсова притяжения обратно пропорциональна:

а) r ;

б) r^2 ;

в) r^6 ;

г) r^8 ;

д) r^{12} .

3) Характерный размер статистического клубка можно оценить по формуле:

- а) $l\sqrt{N}$;
- б) $N\sqrt{l}$;
- в) $^{3/2}\sqrt{Nl}$;

4) В белках ковалентными связями стабилизированы преимущественно:

- а) только первичная структура;
- б) первичная и вторичная структуры;
- в) первичная, вторичная и пространственная структура;
- г) только пространственная структура;
- д) все типы организации белка.

Примеры практических задач:

1. Рассчитать минимальную длину участка пептидной цепи, достаточную для пересечения гидрофобной области мембраны. Толщину гидрофобной области считать равной 6 нм. Длину пептидной цепи выразить в количестве аминокислотных остатков.
2. При переносе неполярного соединения из полярного растворителя в воду при температуре $t=25^{\circ}\text{C}$ энтальпия понижается на $\Delta H=-8,3$ кДж/моль, а энтропия — на $\Delta S=-68$ Дж/(моль·К). Вычислите изменение свободной энергии Гиббса ΔG в этом процессе.
3. Как изменится объем белка, представляющего собой α – спираль длиной 45 нм и диаметром 1,1 нм, после его полной денатурации? Среднюю длину статистического сегмента принять равной 5 нм.
4. Рассчитать количество информации, закодированное последовательностью n нуклеотидов в цепи ДНК и в первичной структуре белка, состоящего из m аминокислот. Сделать оценку при $n = 600$ и $m = 200$.

Примеры экзаменационных вопросов:

1. Строение пептидной цепи. Валентные связи и углы между ними. Колебания длин связей и углов.
2. Вращение вокруг валентных связей в пептидной цепи. Запрещенные и разрешенные области на картах Рамачандрана для глицина, аланина и более крупных аминокислотных остатков.
3. «Клубок» и его главные отличия от глобулы. Вторичные структуры белковой цепи. α -спираль, β -структура.

4. Энергия инициации и элонгации α -спирали и β -складчатой структуры. Влияние аминокислотных остатков на стабильность определенных вторичных структур.
5. Пространственные структуры белковых молекул. Фибриллярные и мембранные белки.
6. Пространственные структуры белковых молекул. Типичные мотивы укладки водорас-творимых глобулярных белков.
7. Энергетические дефекты в архитектуре глобулярных белков. Связь величины дефекта с вероятностью его встречаемости в белковых молекулах.
8. Принципы структурной организации ферментов. Строение активных центров ферментов.
9. Физические основы ферментативного катализа (на примере сериновых протеаз).
10. Взаимодействие субстрата и фермента.
11. Особенности первичной структуры нуклеиновых кислот.
12. Внутримолекулярные взаимодействия в двойной спирали.
13. Структура транспортных РНК. Связывание с аминокислотами.
14. Структура рибосомы. Механизм синтеза пептида.
15. Денатурация-ренатурация белков.
16. Котрансляционный фолдинг пептидов.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

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

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

а) основная литература:

1. Ремизов А. Н. - Медицинская и биологическая физика: учебник. - М.: Гэотар-Медиа, 2012. - 648 с. (8 экземпляров в библиотеке ННГУ). Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424841.html>
2. Коницев А. С., Севастьянова Г. А. - Молекулярная биология: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биология". - М.: Академия, 2005. - 400 с. (48 экземпляров в библиотеке ННГУ).
3. Биофизика: В 2 т. Т. 1: Теоретическая биофизика [Электронный ресурс]: учебник / Рубин А.Б. - 3-е изд. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2004. - (Классический университетский учебник). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5211061101.html>

б) дополнительная литература:

1. Биофизика: учеб. для вузов / Артюхов В. Г., Ковалева Т. А., Наквасина М. А., Башарина О. В., Путинцева О. В. - М.: Академический Проект, 2013. - 294 с. (19 экземпляров в биб-лиотеке ННГУ)
2. Биохимия [Электронный ресурс] : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437629.html>
3. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] / редакторы К. Уилсон и Дж. Уолкер. - М.: БИНОМ, 2013. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996321261.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

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

ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,

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

Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary» <http://www.studentlibrary.ru/>,

Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»; и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ.

Автор _____ к.б.н., доц. Шерстнева О.Н.

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой биофизики _____ д.б.н., доц. Воденеев В.А.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 06.12.2021 года, протокол №3.