

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 6 от 31.05.2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Молекулярная биофизика

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

30.05.02 - Медицинская биофизика

Направленность образовательной программы

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.02 Молекулярная биофизика 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-1: Способность исследовать и оценивать состояния функции внешнего дыхания, нервной системы, проводить функциональную диагностику заболеваний сердечнососудистой системы. | <p>ПК-1.1: Обладает фундаментальными и практическими знаниями о дыхательной, нервной, сердечно-сосудистой системах</p> <p>ПК-1.2: Умеет исследовать состояние функции внешнего дыхания, нервной системы и проводить функциональную диагностику заболеваний сердечно-сосудистой систем</p> <p>ПК-1.3: Владеет навыками оценки состояния функции внешнего дыхания, нервной системы, проводить функциональную диагностику заболеваний сердечно-сосудистой системы.</p> | <p>ПК-1.1: Знает принципы структурной организации и функционирования биологических макромолекул и методы их исследования;</p> <p>ПК-1.2: Умеет применять знания для решения теоретических и практических задач в области молекулярной биофизики;</p> <p>ПК-1.3: Владеет навыками критического анализа информации при выполнении научно-исследовательской работы в области молекулярной биофизики.</p> | Задачи Опрос Тест | Зачёт: Контрольная работа |

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

| | очная |
|--|-------|
| Общая трудоемкость, з.е. | 2 |
| Часов по учебному плану | 72 |
| в том числе | |
| аудиторные занятия (контактная работа): | |
| - занятия лекционного типа | 32 |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 32 |

| | |
|--------------------------|------------|
| - КСР | 1 |
| самостоятельная работа | 7 |
| 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 и краткое содержание разделов и тем дисциплины | Всего (часы) | в том числе | | | |
|---|-----------------|--|--|-------------|---|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы |
| | | Занятия лекционного типа | Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы | Всего | |
| | о ф о | о ф о | о ф о | о ф о | о ф о |
| Теоретические основы формирования пространственной структуры биологических макромолекул | 9 | 4 | 4 | 8 | 1 |
| Структура полипептидов и белков | 22 | 10 | 10 | 20 | 2 |
| Физические основы функционирования ферментов | 13 | 6 | 6 | 12 | 1 |
| Физика нуклеиновых кислот | 9 | 4 | 4 | 8 | 1 |
| Биосинтез белка | 9 | 4 | 4 | 8 | 1 |
| Фолдинг белка | 9 | 4 | 4 | 8 | 1 |
| Аттестация | 0 | | | | |
| КСР | 1 | | | | 1 |
| Итого | 72 | 32 | 32 | 65 | 7 |

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 6 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Молекулярная биофизика" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=3761>).

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 - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1

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 $m = 200$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|--|
| зачтено | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно» |
| не зачтено | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо» |

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-1

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.
4. Вторичные структуры белковой цепи. альфа- спираль, бета-структура.
5. Энергия инициации и элонгации альфа-спирали и бета-складчатой структуры. Влияние аминокислотных остатков на стабильность определенных вторичных структур.
6. Пространственные структуры белковых молекул. Фибриллярные и мембранные белки.
7. Пространственные структуры белковых молекул. Типичные мотивы укладок водорастворимых глобулярных белков.
8. Энергетические дефекты в архитектуре глобулярных белков. Связь величины дефекта с вероятностью его встречаемости в белковых молекулах.
9. Принципы структурной организации ферментов. Строение активных центров ферментов.
10. Физические основы ферментативного катализа (на примере сериновых протеаз).
11. Взаимодействие субстрата и фермента.
12. Особенности первичной структуры нуклеиновых кислот.
13. Внутримолекулярные взаимодействия в двойной спирали.
14. Структура транспортных РНК. Связывание с аминокислотами.

15. Структура рибосомы. Механизм синтеза пептида.

16. Денатурация и ренатурация белков.

17. Котрансляционный фолдинг пептидов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|--|
| зачтено | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно» |
| не зачтено | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо» |

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1) При растворении в воде гидрофобного соединения:

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

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

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

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

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

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

а) r ;

б) r^2 ;

в) r^6 ;

г) r^8 ;

д) r^{12} .

3) 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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|--|
| зачтено | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно» |
| не зачтено | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо» |

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатора 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 | Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме | Продemonстрированы 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 | При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки | Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым | Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и | Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без | Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач |

| | | | | | | | |
|--|---------------------------|--|------------------------------|-----------------|-----------|-----------------------|--|
| | обучающегося от ответа | | некоторым и недочетами | и недочетами | недочетов | ошибок и недочетов | |
|--|---------------------------|--|------------------------------|-----------------|-----------|-----------------------|--|

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

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольная работа

Зачёт

Критерии оценивания (Контрольная работа - Зачёт)

| Оценка | Критерии оценивания |
|------------|--|
| зачтено | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно» |
| не зачтено | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо» |

Типовые задания (Контрольная работа - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-1 (Способность исследовать и оценивать состояния функции внешнего

дыхания, нервной системы, проводить функциональную диагностику заболеваний сердечнососудистой системы.)

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

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

Основная литература:

1. Финкельштейн Алексей Витальевич. Физика белка : курс лекций : учеб. пособие для вузов / РАН, Ин-т белка. - [2-е изд., испр. и доп.]. - М. : Кн. дом "Университет", 2002. - 376, [32] с. : цвет. и стереоскоп. ил. - ISBN 5-8013-0158-5 : 40.00., 1 экз.
2. Артюхов Валерий Григорьевич. Молекулярная биофизика: механизмы протекания и регуляции внутриклеточных процессов : учеб. пособие / Воронеж. гос. ун-т. - Воронеж : Изд.-полигр. центр Воронеж. гос. ун-та, 2012. - 220 с. - ISBN 978-5-9273-1900-8 : 780.00., 4 экз.
3. Джаксон Мейер Б. Молекулярная и клеточная биофизика = Molecular and Cellular Biophysics / пер. с англ. под ред. А. П. Савицкого и А. И. Журавлева. - М. : Мир : Бином. Лаборатория знаний, 2009. - 551 с. : ил. - ISBN 978-5-9963-0011-2 (БИНОМ.ЛЗ) : 616.00., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Рубин Андрей Борисович. Биофизика : в 2 т.: учеб. для студентов биол. спец. вузов. Т. 1 : Теоретическая биофизика. - [2-е изд., испр. и доп.]. - М. : Кн. дом "Университет", 1999. - 448 с. :

ил. - ISBN 5-8013-0032-5. - ISBN 5-8013-0033-3(т.1) : 44.00., 1 экз.

2. Рубин Андрей Борисович. Биофизика : в 2 т. : учеб. для студентов биол. спец. вузов. Т. 2 : Биофизика клеточных процессов. - [2-е изд., испр. и доп.]. - М. : Кн. дом "Университет", 2000. - 468 с. : ил. - ISBN 5-8013-0032-5. - ISBN 5-8013-0047-3(т.2) : 46.00., 1 экз.

3. Ремизов Александр Николаевич. Медицинская и биологическая физика : учебник. - 4-е изд., испр. и перераб. - М. : Гэотар-Медиа, 2012. - 648 с. : ил. - ISBN 978-5-9704-1924-3 : 630.00., 8 экз.

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

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 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 ОС ННГУ по специальности 30.05.02 - Медицинская биофизика.

Автор(ы): Шерстнева Оксана Николаевна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Воденев Владимир Анатольевич, доктор биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 06.09.2022, протокол № 1.