

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
биофизики и биотехнологии  
В.Г. Артюхов  
29.05.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.03 Молекулярная биология и биофизика

**1. Шифр и наименование направления подготовки:**

06.04.01 Биология

**2. Профиль подготовки**

Биофизика

**3. Квалификация выпускника:**

Магистр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** биофизики и биотехнологии  
медико-биологического факультета

**6. Составители программы:**

Артюхов Валерий Григорьевич, доктор биол. наук, проф.

**7. Рекомендована:** научно-методическим советом медико-биологического факультета,  
протокол от 29.05.2023 г., № 4

**8. Учебный год:** 2023/2024

**Семестр(-ы):** 2

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью изучения дисциплины "Молекулярная биология и биофизика" является освоение студентами современных представлений о структурно-функциональной организации биополимеров (белков и нуклеиновых кислот) и их комплексов.

Задачи: изучить структуру и функции белков, типы их пространственной организации, методы исследования первичной структуры белка, методы исследования пространственной организации белка, структуру и функции нуклеиновых кислот, связь между структурой и функциями биополимеров, этапы биосинтеза белка, регуляцию биосинтеза белка, физические принципы, лежащие в основе образования и функционирования биосистем различной сложности их организации, проблемы математического моделирования биологических процессов на разных уровнях организации живого, физико-химические механизмы переноса и трансформации энергии в биоструктурах (биомембранах).

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Молекулярная биология и биофизика» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология.

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: готовность решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных, библиографических ресурсов, профессиональной терминологии, информационно-коммуникационных технологий и учетом основных требований информационной безопасности; готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач; готовность к оценке результатов лабораторных, инструментальных, патолого-анатомических и иных исследований в целях распознавания состояния или установления факта наличия или отсутствия заболевания.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать методы решения исследовательских задач адекватно поставленным целям с учетом широкого понимания профессиональной области и/или области обучения, в том числе на междисциплинарном уровне	ПК-1.1	Анализирует и обрабатывает информацию по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне	Знать: теоретические основы молекулярной биологии и биофизики на современном этапе развития науки. Уметь: применять методы логического и статистического анализа информации. Владеть: навыками анализа и обработки информации по тематике исследования в выбранной области наук, в том числе на междисциплинарном уровне
ПК-7	Способен к организации и проведению	ПК-7.1	Применяет знание принципов структурной и	Знать: принципы структурной и функциональной организации биологических объектов, биофизические и биохимические

самостоятельных исследований в области биофизики и биотехнологии	функциональной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ их функционирования при решении исследовательских задач	основы их функционирования. Уметь: применять теоретические знания для решения конкретных исследовательских задач. Владеть: методами анализа и синтеза теоретических и практических сведений.
--	--	--

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2 з.е. / 72 ч.**

**Форма промежуточной аттестации:** зачет.

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра 2	№ семестра	...
Аудиторные занятия	32	32		
в том числе:	лекции	16	16	
	практические	16	16	
	лабораторные			
Самостоятельная работа	40	40		
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)				
Итого:	72	72		

**13.1. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Введение в молекулярную биофизику	Предмет, проблемы и задачи молекулярной биофизики. Связь молекулярной биофизики с квантовой механикой Успехи отечественной молекулярной биофизики, ее связь с медициной.	–
1.2	Белки: структурно-функциональная организация и методы исследования	Первичная структура белка. Методы определения первичной структуры белка. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной группы и пептидной связи. Торсионные углы. Модели полипептидов Полинга и Кори. $\alpha$ -спираль. $\beta$ -структура. Оптические свойства полипептидов и белков. Спектроскопия в ультрафиолетовой и инфракрасной областях. Оптическая активность. Дисперсия оптической активности. Коттон-эффект для полипептидов и белков. Термодинамика плавления спиралей в полипептидах и белках. Третичная структура белка. Силы,	–

		стабилизирующие третичную структуру белков. Гидрофобные взаимодействия. Четвертичная структура белков. Суперспиральная структура белков. Субъединичный и доменный типы структуры белков. Общие представления о структуре и функциях ферментов. Влияние различных факторов на ферментативную активность. Конкурентное и неконкурентное ингибирование ферментативных процессов. Кинетика и механизм ферментативного катализа.	
1.3	Нуклеиновые кислоты: структурно-функциональная организация и методы исследования	Макромолекулярная структура ДНК. Физико-химические свойства ДНК в растворе. Репликация ДНК. Репарация ДНК, механизм и значение. Болезни, связанные с нарушением репарации ДНК. Макромолекулярная структура РНК. Гидродинамические свойства РНК. Виды РНК. РНК-интерференция. Нарушения функционирования некоторых видов РНК как механизм развития заболеваний. Применение РНК-интерференции в медицине.	–
1.4	Биосинтез белка	Матричный синтез белков в рибосомах. Проблема генетического кода. Аминоацил-тРНК-синтетазы (АРС-азы). Структура АРСаз. Выделение индивидуальных АРСаз. Первичная структура. Пространственная структура. Макромолекулярные ассоциаты АРСаз. Кинетические аспекты функционирования тРНК: амноациладенилатный механизм. Взаимодействия между активными центрами аминоксил-тРНК-синтетаз. Сверхспецифичность аминоксил-тРНК-синтетаз. Механизмы коррекции после ошибочной активации аминоксилоты. Структура тРНК и их взаимодействие с аминоксил-тРНК-синтетазами. Проблема узнавания (рекогниции). Физическая характеристика тРНК-синтетазных взаимодействий. Конформационные изменения тРНК и синтетаз при образовании фермент-субстратного комплекса. Общая схема и динамическая модель взаимодействия аминоксил-тРНК-синтетаз и тРНК.	–
1.5	Закономерности светопоглощения в биосистемах (биомолекулах)	Электронные переходы в молекулах. Дипольные моменты перехода. Принцип Франка-Кондона. Квантово-механическая природа спектров поглощения и люминесценции. Общие принципы и установки для импульсного фотолиза. Кинетическое поведение гемопротеидов и ароматических аминоксилот при импульсном фотолизе.	–
1.6	Природа и механизмы	Внутримолекулярные и межмолекулярные силы. Слабые связи.	–

	образования внутри- и межмолекулярных связей	<p>Диполь-дипольное взаимодействие. Вывод уравнения энергии взаимодействия диполей. Взаимодействие постоянных и индуцированных (наведенных) диполей. Водородная связь как одно из конкретных проявлений слабых связей: механизм ее образования. Водородная связь и вторичная структура белков, нуклеиновых кислот. Сильные связи. Природа сильных связей. Применение принципа неопределенности Гейзенберга и запрета Паули для объяснения природы сильных связей: ковалентная и ионная связи. Резонансные структуры, рассмотрение их на примере бензольного ядра и пептидной связи. Тепловое движение и структура макромолекул. Понятие о конформации молекул. Многообразие конформаций макромолекул, взаимосвязь конформаций и функций макромолекул.</p>	
1.7	Методы исследования пространственной организации биополимеров	<p>Теоретические основы методов исследования пространственной организации биополимеров Механизм осмотического давления. Осмотическое давление биополимеров и их молекулярная масса. Основные положения теории светорассеяния частицами. Светорассеяние в разбавленных и концентрированных растворах. Обобщенное уравнение для вычисления молекулярной массы по интенсивности светорассеяния в растворах макромолекул.</p>	—
1.8	Физико-химические основы денатурации биополимеров	<p>Денатурация белков. Определение денатурации белков. Факторы, вызывающие денатурационные изменения белковых молекул. Типы денатурации белков. Методы исследования денатурации белков, их анализ.</p>	—
<b>2. Практические занятия</b>			
2.2	Белки: структурно-функциональная организация и методы исследования	<p>Первичная структура белка. Методы определения первичной структуры белка. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной группы и пептидной связи. Торсионные углы. Модели полипептидов Полинга и Кори. <math>\alpha</math>-спираль. <math>\beta</math>-структура. Оптические свойства полипептидов и белков. Спектроскопия в ультрафиолетовой и инфракрасной областях. Оптическая активность. Дисперсия оптической активности. Комтон-эффект для полипептидов и белков. Термодинамика плавления спиралей в полипептидах и белках. Третичная структура белка. Силы, стабилизирующие третичную</p>	—

		<p>структуру белков. Гидрофобные взаимодействия. Четвертичная структура белков. Суперспиральная структура белков. Субъединичный и доменный типы структуры белков. Общие представления о структуре и функциях ферментов. Влияние различных факторов на ферментативную активность. Конкурентное и неконкурентное ингибирование ферментативных процессов. Кинетика и механизм ферментативного катализа.</p>	
2.3	<p>Нуклеиновые кислоты: структурно-функциональная организация и методы исследования</p>	<p>Макромолекулярная структура ДНК. Физико-химические свойства ДНК в растворе. Репликация ДНК. Репарация ДНК, механизм и значение. Болезни, связанные с нарушением репарации ДНК. Макромолекулярная структура РНК. Гидродинамические свойства РНК. Виды РНК. РНК-интерференция. Нарушения функционирования некоторых видов РНК как механизм развития заболеваний. Применение РНК-интерференции в медицине.</p>	–
2.4	<p>Биосинтез белка</p>	<p>Матричный синтез белков в рибосомах. Проблема генетического кода. Аминоацил-тРНК-синтетазы (АРС-азы). Структура АРСаз. Выделение индивидуальных АРСаз. Первичная структура. Пространственная структура. Макромолекулярные ассоциаты АРСаз. Кинетические аспекты функционирования тРНК: аминоациладенилатный механизм. Взаимодействия между активными центрами аминоацил-тРНК-синтетаз. Сверхспецифичность аминоацил-тРНК-синтетаз. Механизмы коррекции после ошибочной активации аминокислоты. Структура тРНК и их взаимодействие с аминоацил-тРНК-синтетазами. Проблема узнавания (рекогниции). Физическая характеристика тРНК-синтетазных взаимодействий. Конформационные изменения тРНК и синтетаз при образовании фермент-субстратного комплекса. Общая схема и динамическая модель взаимодействия аминоацил-тРНК-синтетаз и тРНК.</p>	–
2.5	<p>Закономерности светопоглощения в биомолекулах (биомолекулах)</p>	<p>Электронные переходы в молекулах. Дипольные моменты перехода. Принцип Франка-Кондона. Квантово-механическая природа спектров поглощения и люминесценции. Общие принципы и установки для импульсного фотолиза. Кинетическое поведение гемопротеидов и ароматических аминокислот при</p>	–

		импульсном фотолизе.	
2.6	Природа и механизмы образования внутри- и межмолекулярных связей	Внутримолекулярные и межмолекулярные силы. Слабые связи. Диполь-дипольное взаимодействие. Вывод уравнения энергии взаимодействия диполей. Взаимодействие постоянных и индуцированных (наведенных) диполей. Водородная связь как одно из конкретных проявлений слабых связей: механизм ее образования. Водородная связь и вторичная структура белков, нуклеиновых кислот. Сильные связи. Природа сильных связей. Применение принципа неопределенности Гейзенберга и запрета Паули для объяснения природы сильных связей: ковалентная и ионная связи. Резонансные структуры, рассмотрение их на примере бензольного ядра и пептидной связи. Тепловое движение и структура макромолекул. Понятие о конформации молекул. Многообразие конформаций макромолекул, взаимосвязь конформаций и функций макромолекул.	–
2.7	Методы исследования пространственной организации биополимеров	Теоретические основы методов исследования пространственной организации биополимеров. Механизм осмотического давления. Осмотическое давление биополимеров и их молекулярная масса. Основные положения теории светорассеяния частицами. Светорассеяние в разбавленных и концентрированных растворах. Обобщенное уравнение для вычисления молекулярной массы по интенсивности светорассеяния в растворах макромолекул.	–
2.8	Физико-химические основы денатурации биополимеров	Денатурация белков. Определение денатурации белков. Факторы, вызывающие денатурационные изменения белковых молекул. Типы денатурации белков. Методы исследования денатурации белков, их анализ.	–
<b>3. Лабораторные работы</b>			
Не предусмотрены			

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение в молекулярную биофизику	2	2	-	5	7

2	Белки: структурно-функциональная организация и методы исследования	2	2	-	5	9
3	Нуклеиновые кислоты: структурно-функциональная организация и методы исследования	2	2	-	5	10
4	Биосинтез белка	2	2	-	5	10
5	Закономерности светопоглощения в биосистемах (биомолекулах)	2	2	-	5	10
6	Природа и механизмы образования внутри- и межмолекулярных связей	2	2	-	5	10
7	Методы исследования пространственной организации биополимеров	2	2	-	5	8
8	Физико-химические основы денатурации биополимеров	2	2	-	5	8
	Итого	16	16	-	40	72

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Информация по учебной дисциплине «Молекулярная биология и биофизика» (основная образовательная программа высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология, учебный план, рабочая программа учебной дисциплины «Молекулярная биология и биофизика», фонды оценочных средств, основная и дополнительная литература) размещены на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» ([www.moodle.vsu.ru](http://www.moodle.vsu.ru)) и в электронно-библиотечной системе ([www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru)).

Изучение дисциплины «Молекулярная биология и биофизика» предусматривает чтение лекций, практические занятия и самостоятельную работу студентов.

Самостоятельная работа осуществляется с использованием конспектов лекций и учебных пособий: согласно указанному списку (п.15).

##### Методические указания по проработке конспектов лекций, материалов учебника

Внимательно ознакомьтесь с программой, тематическим и календарным планами, с вопросами к аттестации. Выпишите в рабочую тетрадь те понятия, идеи и проблемы, которые вам незнакомы, встретились при изучении этих документов впервые. Изучайте учебный материал последовательно, соответственно рабочему плану. В случае необходимости возвращайтесь к учебникам по общим дисциплинам, обращайтесь к рекомендованной учебной литературе. При изучении каждой темы выписывайте новые понятия и термины в рабочую тетрадь. Используя глоссарий, учебники, энциклопедические словари, Интернет-ресурсы и другие информационные источники, раскройте их этих понятий. Внимательно ознакомьтесь с контрольными вопросами. Постарайтесь на них ответить. В случае затруднений вновь вернитесь к теоретическому материалу и постарайтесь вникнуть в него более глубоко. При необходимости обращайтесь к рекомендованной для изучения учебной литературе. Вычлените концептуальные идеи, заложенные в учебном материале, раскройте их смысл, обоснуйте и выпишите в рабочую тетрадь. Составьте по теме опорный конспект в виде плана-ответа на вопросы, выносимые на аттестацию.

##### Методические указания для подготовки к аттестации

1. Внимательно ознакомьтесь с вопросами. Постарайтесь на них ответить. В случае затруднений вновь вернитесь к теоретическому материалу и постарайтесь вникнуть в него более глубоко. При необходимости обращайтесь к рекомендованной для изучения учебной литературе, глоссарию, конспектам лекций.

Формой промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся является зачет.

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика : учеб. для вузов / А.Н. Ремизов. – ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 656 с. – ЭБС «Консультант студента» - URL: <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435779.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435779.html</a>
2.	Биофизика : учеб. для вузов / под ред. В.Г. Артюхова. – М. : Академический Проект : Екатеринбург : Деловая книга, 2009. – 294 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Самойлов В.О. Медицинская биофизика: учеб. / В.О. Самойлов — Санкт-Петербурге : СпецЛит, 2013. — 591 с. — ЭБС «Лань» - URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/59853">https://e.lanbook.com/book/59853</a>
3	Биохимия / под ред. Е. С. Северина .— Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014 .— .— ISBN ISBN 978-5-9704-2786-6 .— ЭБС «Консультант студента» - URL: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970427866.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970427866.html</a>
4	Биофизика: учебник для вузов / Под ред. В.Г. Артюхова. – М. : Академ. Проект, 2009. - 294 с.
5	Артюхов В.Г. Оптические методы анализа интактных и модифицированных биологических систем: учеб. пособие / В.Г. Артюхов, О.В. Путинцева. – Воронеж : изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1995. – 280 с.
6	Рубин А.Б. Биофизика : учеб. для вузов : в 2 т. / А.Б. Рубин. – М. : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2004. Т.1 : Теоретическая биофизика. – 2004. – 462 с. Т.2 : Биофизика клеточных процессов. – 2004. – 469 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Источник
1	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – <a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>
2	ЭБС «Издательства «Лань». - URL <a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>
3	Текстовая база данных медицинских и биологических публикаций на английском языке Национальной медицинской библиотеки США - URL <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed</a>

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1.	Башарина О.В. Биофизика : учеб.-метод. пособие для студентов / О.В. Башарина, В.Г. Артюхов. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009. – 61 с. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-91.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-91.pdf</a> >.
2.	Башарина О. В. Спектральные и хроматографические методы анализа биосистем : учеб. материалы к большому практикуму / О. В. Башарина, В. Г. Артюхов. - Воронеж : Изд-во ВГУ, 2006. - 65 с. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06135.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06135.pdf</a> >
3.	Практикум по биофизике / [В.Г. Артюхов и др.]; Воронеж. гос. ун-т ; [под общ. ред. В.Г. Артюхова]. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 313 с.

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации): специализированная мебель, ноутбук, проектор, экран для проектора	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, ауд. 59
---	---

WinPro 8, OfficeSTD, Kaspersky Endpoint Security	
Учебная аудитория, лаборатория: Специализированная мебель, лабораторная посуда, рН-метр портативный HI83141, шейкер-инкубатор для планшета Elmi SHAKER ST 3, микроскопы Микмед, Спектрофотометр ПЭ-54-00 УФ.	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, Учебный корпус №1 ауд. 61
Учебная аудитория, лаборатория: Специализированная мебель, лабораторная посуда, центрифуга MPW-340, центрифуга Eppendorf, биохемиллюминиметр БХЛ-07, блок оптико-механический спектрофотометра СФ-2000, суховоздушный термостат ТС-1/80 СПУ (Россия).	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д. 1, пом. I, Учебный корпус №1 ауд. 68

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Введение в молекулярную биофизику	ПК-1 ПК-7	ПК-1.1 ПК-7.1	Темы для обсуждения на семинаре Задания для диагностических работ
2.	Белки: структурно-функциональная организация и методы исследования	ПК-1 ПК-7	ПК-1.1 ПК-7.1	Темы для обсуждения на семинаре, Задания для диагностических работ
3.	Нуклеиновые кислоты: структурно-функциональная организация и методы исследования	ПК-1 ПК-7	ПК-1.1 ПК-7.1	Темы для обсуждения на семинаре, Задания для диагностических работ
4.	Биосинтез белка	ПК-1 ПК-7	ПК-1.1 ПК-7.1	Темы для обсуждения на семинаре Задания для диагностических работ
5.	Закономерности светопоглощения в биосистемах (биомолекулах)	ПК-1 ПК-7	ПК-1.1 ПК-7.1	Темы для обсуждения на семинаре Задания для диагностических работ
6.	Природа и механизмы образования внутри- и межмолекулярных связей	ПК-1 ПК-7	ПК-1.1 ПК-7.1	Темы для обсуждения на семинаре Задания для диагностических работ
7.	Методы исследования пространственной организации биополимеров	ПК-1 ПК-7	ПК-1.1 ПК-7.1	Темы для обсуждения на семинаре Задания для диагностических работ
8.	Физико-химические основы денатурации биополимеров	ПК-1 ПК-7	ПК-1.1 ПК-7.1	Темы для обсуждения на семинаре Задания для диагностических работ
Промежуточная аттестация форма контроля – <u>зачет</u>				Перечень вопросов

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

**Темы для обсуждения на семинаре**

1. Макромолекула как основа организации биоструктуры.
2. Пространственная конфигурация биополимеров.
3. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот
4. Современные представления о механизмах ферментативного катализа.
5. Рентгенография белков: основы метода, результаты и перспективы.
6. Классификация топологии глобулярных белков.
7. УФ- и ИК-спектроскопия белков и нуклеиновых кислот, как метод исследования конформаций. Гипохромизм ДНК.
8. Дисперсия оптической активности и круговой дихроизм белков и нуклеиновых кислот.
9. Метод ЯМР в применении к биомолекулам.
10. Калориметрия биологических макромолекул.
11. Методы изучения подвижности в биологических макромолекулах и их моделях.
12. Обратная связь в молекулярных биологических процессах. Аллостеризм и кооперативность.
13. Структура белков и физика ферментативной активности.
14. Моделирование пространственной структуры белков.
15. Перенос энергии электронного возбуждения в белках.
16. Динамика фазовых переходов в макромолекулах.

### **Задания для диагностических работ**

1. Вторичная структура белка поддерживается связями
  1. Водородными между пептидными группами
  2. Водородными между радикалами аминокислот
  3. Дисульфидными
  4. Пептидными
  
2. Домены
  1. Есть во всех белках
  2. Есть у всех белков с четвертичной структурой
  3. Это отдельные полипептидные цепи в молекуле
  4. Это структурно обособленные модули белковой глобулы
  
3. Пептидная группа характеризуется
  1. Транс-расположением атомов кислорода и водорода по отношению к пептидной связи
  2. Цис- расположением атомов кислорода и водорода по отношению к пептидной связи
  3. Пептидная связь двойная
  4. Пептидная связь ковалентная одинарная
  
4. Лимитирующей стадией фолдинга белков является
  1. Формирование нескольких правильно уложенных элементов вторичной структуры
  2. Транскрипция
  3. Трансляция
  4. Образование расплавленной глобулы
  
5. Метилирование ДНК – это
  1. Модификация молекулы ДНК с изменением ее нуклеотидной последовательности
  2. Изменение промотора гена
  3. Присоединении метильной группы к азотистому основанию, как правило, к цитозину в составе CpG-динуклеотида в позиции С5 цитозинового кольца с образованием 5-метилцитозина при помощи специфических ферментов.
  4. Присоединение метильной группы к фосфатной группе
  
6. В этом мотиве аминокислота лейцин находится приблизительно в каждом 8-м положении альфа-спирали, в результате чего лейциновые остатки оказываются на одной её стороне, образуя амфипатическую спираль, в которой одна сторона обладает гидрофобными свойствами
  1. Спираль-поворот-спираль (helix-turn-helix - hth)

2. Лейциновая молния (basic leucine zipper - bzip)
3. Спираль-петля-спираль (basic helix-loop-helix – bhlh)
4. Цинковые пальцы

7. Этот мотив характеризуется наличием двух  $\alpha$ -спиралей, связанных петлёй. В мотиве, одна спираль меньше и, благодаря гибкости петли, позволяет димеризоваться путём фолдинга и упаковки против другой спирали. Большая спираль обычно содержит участки связывания днк

1. Спираль-поворот-спираль (helix-turn-helix - hth)
2. Лейциновая молния (basic leucine zipper - bzip)
3. Спираль-петля-спираль (basic helix-loop-helix – bhlh)
4. Цинковые пальцы

#### Вопросы, требующие краткого ответа

1. Правильные (регулярные, упорядоченные) элементы вторичной структуры белков

Ответ:  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -складки

Ответ: альфа-спираль и бета-складки

2. Денатурация белка всегда необратима, если произошла \_\_\_\_\_ молекул

Ответ: агрегация

3. Спектр поглощения – это график зависимости \_\_\_\_\_ от длины волны

Ответ: оптической плотности

4. С какого энергетического уровня на какой происходит переход электрона при испускании кванта флуоресценции?

Ответ: с возбужденного синглетного электронного уровня на основной

5. В репликации ДНК последовательность нуклеотидов ДНК, узнаваемая РНК-полимеразой это...

Ответ: праймер

6. Белковые факторы, которые необходимы для связывания РНК-полимеразы с промотором ДНК - это...

Ответ: общие факторы транскрипции

#### Малое эссе

1. Какие методы применяются для прямого изучения пространственной структуры белков?

Ответ: В настоящее время существуют три основных метода непосредственного изучения пространственной структуры белков: рентгеноструктурный анализ, дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм.

#### Большое эссе

1. Опишите процесс репликации ДНК

2. Понятие о конформации молекул. Многообразие конформаций макромолекул, взаимосвязь конформаций и функций макромолекул

3. Механизм осмотического давления. Осмотическое давление биополимеров и их молекулярная масса

### **Описание технологии проведения**

На практическое занятие студенты в составе малой группы (2-3) человека готовят доклад по одному из обсуждаемых вопросов. Не участвующие в подготовке доклада обучающиеся изучают эти вопросы самостоятельно. На практическом занятии после заслушивания доклада проводится обсуждение проблемы с участием всех обучающихся.

### **Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)**

Требования к докладчику: Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом по данной теме, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области молекулярной биофизики. Тема доклада раскрыта в достаточной мере. Материал соответствует уровню магистратуры.

Требования к участникам дискуссии: активное участие в обсуждении проблемы, владение понятийным аппаратом по данной теме, способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области молекулярной биофизики.

Требования ко всем участникам дискуссии: полнота и обоснованность ответа; умение пользоваться терминологией, формулировками, положениями и примерами; степень самостоятельности при выполнении задания, способность формулировать заключение и выводы.

При выполнении указанных требований участник получает оценку "зачтено" за практическое занятие.

## **20.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### **Перечень вопросов к зачету**

1. Предмет и проблемы молекулярной биофизики. Связь молекулярной биофизики с другими биологическими науками. Успехи отечественной молекулярной биологии.
2. Аминокислоты, их классификация и структура. Физико-химические свойства аминокислот.
3. Анализ аминокислотного состава белка.
4. Первичная структура белка. Методы определения первичной структуры белка.
5. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной группы и пептидной связи. Торсионные углы. Модели полипептидов Полинга и Кори.  $\alpha$ -спираль.  $\beta$ -структура.
6. Оптические свойства полипептидов и белков. Спектроскопия в ультрафиолетовой и инфракрасной областях. Оптическая активность.
7. Дисперсия оптической активности. Коттон-эффект для полипептидов и белков.
8. Термодинамика плавления спиралей в полипептидах и белках.
9. Третичная структура белка. Силы, стабилизирующие третичную структуру белков. Гидрофобные взаимодействия.
10. Четвертичная структура белков.
11. Суперспиральная структура белков.
12. Динамическое поведение белковых молекул. Подвижность и жесткость структуры белка.
13. Субъединичный и доменный типы структуры белков.
14. Подвижность белковой конформации и функции белков.
15. Структура нуклеиновых кислот. Биологическая роль нуклеиновых кислот.
16. Химическое строение нуклеиновых кислот и нуклеопротеидов.
17. Строение ДНК, РНК. Методы их выделения.
18. Макромолекулярная структура ДНК. Физико-химические свойства ДНК в растворе.
19. Макромолекулярная структура РНК.
20. Транспортная РНК, высокомолекулярная (рибосомная) РНК, информационная РНК (иРНК). Гидродинамические свойства РНК.
21. Строение рибосомы. Строение полирибосомы.

22. Синтез белков. Матричный синтез белков в рибосомах.
23. Проблема генетического кода.
24. Кинетические аспекты функционирования тРНК: аминокислот-аминоацил-тРНК-синтетаз. Взаимодействия между активными центрами аминокислот-аминоацил-тРНК-синтетаз. Сверхспецифичность аминокислот-аминоацил-тРНК-синтетаз. Специфичность к аминокислоте на стадии активации.
25. Механизмы коррекции после ошибочной активации аминокислоты.
26. Структура тРНК и их взаимодействие с аминокислот-аминоацил-тРНК-синтетазами.
27. Проблема узнавания (рекогниции).
28. Физическая характеристика тРНК-синтетазных взаимодействий.
29. Конформационные изменения тРНК и синтетаз при образовании фермент-субстратного комплекса.
30. Общая схема и динамическая модель взаимодействия аминокислот-аминоацил-тРНК-синтетаз и тРНК.
31. Связь молекулярной биофизики с квантовой механикой.
32. Понятие светопропускания, поглощения, оптической плотности, молярного и удельного коэффициентов экстинкции.
33. Электронные переходы в молекулах.
34. Дипольные моменты перехода. Принцип Франка-Кондона.
35. Квантово-механическая природа спектров поглощения и люминесценции.
36. Общие принципы и установки для импульсного фотолиза.
37. Кинетическое поведение гемопротеидов и ароматических аминокислот при импульсном фотолизе.
38. Внутримолекулярные и межмолекулярные силы. Слабые связи.
39. Диполь-дипольное взаимодействие. Вывод уравнения энергии взаимодействия диполей.
40. Взаимодействие постоянных и индуцированных (наведенных) диполей.
41. Водородная связь – одно из конкретных проявлений слабых связей: механизм ее образования.
42. Водородная связь и вторичная структура белков, нуклеиновых кислот.
43. Сильные связи. Природа сильных связей. Применение принципа неопределенности Гейзенберга и запрета Паули для объяснения природы сильных связей: ковалентная и ионная связи.
44. Резонансные структуры. Рассмотрение их на примере бензольного ядра и пептидной связи.
45. Тепловое движение и структура макромолекул. Понятие о конформации молекул. Многообразие конформаций макромолекул, взаимосвязь конформаций и функций макромолекул.
46. Механизм осмотического давления. Осмотическое давление биополимеров и их молекулярная масса.
47. Основные положения теории светорассеяния частицами. Светорассеяние в разбавленных и концентрированных растворах.
48. Обобщенное уравнение для вычисления молекулярной массы по интенсивности светорассеяния в растворах макромолекул.
49. Денатурация белков. Определение денатурации белков. Факторы, вызывающие денатурационные изменения белковых молекул.
50. Типы денатурации: а) воздействие УФ- и проникающей радиации; б) различные модифицирующие агенты; в) сдвиг значения pH растворов белков; г) изменение температуры, давления; д) механическая обработка; е) воздействие ультразвука.
51. Методы исследования денатурации белков, их анализ.
52. Общие представления о структуре и функциях ферментов.
53. Влияние различных факторов на ферментативную активность (pH, температура, концентрация субстрата, активаторы и ингибиторы). Конкурентное и неконкурентное ингибирование ферментативных процессов.
54. Кинетика и механизм ферментативного катализа: фермент-субстратный комплекс, константа Михаэлиса, способы ее расчета. Конформационные изменения молекул фермента при катализе

## Тестовые вопросы

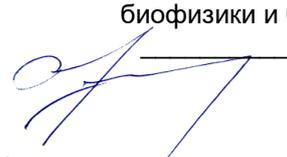
1. Белковые аминокислоты в водном растворе при значениях pH, близких к нейтральным, содержат: а) ионизированную аминогруппу; б) протонированную карбоксильную группу; в) протонированную аминогруппу; г) ионизированную карбоксильную группу
2. Пептидная связь в белках является: а) одинарной; б) двойной; в) частично одинарной и частично двойной; г) тройной
3. Какие связи образуют  $\alpha$ -спираль во вторичной структуре белка? а) Ван дер Ваальса; б) гидрофобные; в) пептидные; г) водородные
4. Какие факторы могут вызвать необратимую денатурацию белка? а) взаимодействие с лигандом; б) ограниченный протеолиз; в) действие солей тяжелых металлов г) изменение конформации белков за счет химической модификации
5. Ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции относятся к классу: а) оксидоредуктаз; б) гидролаз; в) трансфераз; г) лиаз
6. Ферменты, катализирующие реакции в присутствии воды, относятся к классу: а) оксидоредуктаз; б) гидролаз; в) трансфераз; г) лиаз
7. Регулируемый фермент гликолиза: а) фосфофруктокиназа; б) триозофосфатизомераза; в) глицеральдегидфосфатдегидрогеназа; г) 1,3 дифосфоглицераткиназа.
8. Из пуриновых оснований в нуклеиновых кислотах обнаружены: а) аденин; б) Тимин; в) урацил; г) цитозин
10. В основе абсорбционной спектроскопии лежит явление: а) поглощения кванта электромагнитного излучения определенной длины волны молекулами вещества; б) рассеяния излучения при прохождении через раствор изучаемого вещества; в) флуоресценции раствора, содержащего изучаемые компоненты; г) электронного перехода между основным и возбужденным состоянием.
14. Выберите тип молекулярного перехода, соответствующий поглощению молекулой инфракрасного излучения: а) ядерный; б) между основным состоянием и любым колебательным уровнем первого возбужденного состояния; в) вращательный; г) между колебательными уровнями в пределах одного электронного уровня.
15. Прямая потенциометрия основана на использовании: а) уравнения Лоренца; б) уравнения Нернста; в) закона Фарадея; г) уравнения Гендерсона
16. Водородный электрод служит индикаторным электродом в реакциях: а) окисления – восстановления; б) нейтрализации; в) осаждения; г) комплексообразования
17. Закону Бугера-Ламбета-Бера соответствует уравнение: а)  $0 \text{ I I D t} =$  ; б)  $D = -\lg T$  ; в)  $D = \varepsilon \cdot l \cdot C$
18. На измерении какого параметра основан метод кондуктометрии? а) коэффициента распределения; б) светопоглощения атомами вещества; в) оптической плотности; г) электропроводности; д) показателя преломления
19. Среди перечисленных соединений укажите электролиты: а) NaOH; б) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>; в) HCl; г) C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH; д) C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>
20. Какой элемент имеет только отрицательную степень окисления? а) кислород; б) неон; в) углерод; г) литий; д) фтор
21. При нагревании скорость химической реакции: а) уменьшается; б) не меняется; в) сначала возрастает, потом падает; г) возрастает
22. Равновесие реакции смещается в сторону образования продуктов реакции при: а) увеличении концентрации исходных веществ; б) уменьшении концентрации исходных веществ; в) увеличении концентрации продуктов реакции; г) неизменных концентрациях всех веществ
23. Единица измерения количества теплоты и работы в системе СИ: а) Джоуль; б) Ватт; в) Калория; г) Паскаль.
24. Мера интенсивности хаотического движения микрочастиц: а) абсолютная температура; б) теплоемкость; в) энтропия; г) плотность;
25. Единица измерения абсолютной (термодинамической) температуры: а) градус Цельсия; б) градус Фаренгейта; в) Кельвин; г) Паскаль;
26. Универсальная газовая постоянная – это работа, которую совершит при увеличении температуры на 1К в изобарном процессе: а) 1 кг газа; б) 1 кмоль газа; в) 1 м<sup>3</sup> газа; г) 1 литр газа;

27. Часть полного запаса энергии термодинамической системы, не связанная с положением ее в поле внешних сил или движением: а) внутренняя энергия; б) теплота; в) энтальпия; г) энтропия;

28. Параметр, величина которого увеличивается при переходе термодинамической системы из менее вероятного состояния в более вероятное: а) энтропия; б) энтальпия; в) давление; г) плотность

### Пример контрольно-измерительных материалов для промежуточной аттестации по дисциплине Б1.В.03 Молекулярная биология и биофизика

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
биофизики и биотехнологии  
В.Г. Артюхов  
21.03.2022 г.



Направление подготовки *06.04.01 Биология*  
Дисциплина *Б1.В.03 Молекулярная биология и биофизика*  
Курс *2*  
Форма обучения *очная*  
Вид контроля *зачет*  
Вид аттестации *промежуточная*

#### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Вторичная структура белка. Структурные особенности пептидной группы и пептидной связи. Торсионные углы. Модели полипептидов Полинга и Кори.  $\alpha$ -спираль.  $\beta$ -структура.

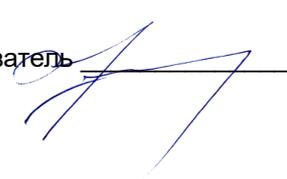
2. Механизм осмотического давления. Осмотическое давление биополимеров и их молекулярная масса.

3. Тест:

1) Мера интенсивности хаотического движения микрочастиц: а) абсолютная температура; б) теплоемкость; в) энтропия; г) плотность;

2) Выберите тип молекулярного перехода, соответствующий поглощению молекулой инфракрасного излучения: а) ядерный; б) между основным состоянием и любым колебательным уровнем первого возбужденного состояния; в) вращательный; г) между колебательными уровнями в пределах одного электронного уровня;

3) Какие факторы могут вызывать необратимую денатурацию белка? а) взаимодействие с лигандом; б) ограниченный протеолиз; в) действие солей тяжелых металлов г) изменение конформации белков за счет химической модификации

Преподаватель  В.Г. Артюхов

#### Описание технологии проведения

Зачет проводится в форме устного собеседования. Обучающийся получает билет, содержащий 2 теоретических и 3 тестовых вопроса. Время на подготовку - 30 мин.

#### Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Критерии оценивания	Шкала оценок
---------------------	--------------

<p>Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области молекулярной биофизики, демонстрирует знания, умения и навыки объеме вопросов КИМ</p>	<p>Отлично (Зачтено)</p>
<p>Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач</p>	<p>Хорошо (Зачтено)</p>
<p>демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблице показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач</p>	<p>Удовлетворительно (Зачтено)</p>
<p>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при ответе на вопросы, демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблице показателям</p>	<p>Неудовлетворительно (Не зачтено)</p>