

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**КАФЕДРА БИОФИЗИКИ**

**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

«28» июня 2019г.



**Рабочая программа учебной дисциплины**  
**«МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОФИЗИКА»**  
**(спецкурс №8)**

Направление подготовки:	06.04.01 Биология
Магистерская программа:	биофизика
Программа подготовки	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	очная, заочная

Донецк 2019



УТВЕРЖДАЮ:

Декан биологического факультета

 О.С. Горецкий

«26» июня / 2019 г.

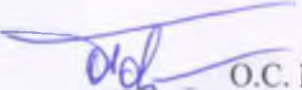
Программа учебной дисциплины «Молекулярная биофизика» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 сентября 2015 г. № 1052.


Программа дисциплины составлена на основе ГОС ВПО по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от "28" сентября 2016 г. № 1002, зарегистрированного в Министерстве юстиции ДНР от 20 октября 2016 г. № 1652, «Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования», утвержденный приказом Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики «10» ноября 2017 года № 1171, учебных планов по направлению подготовки 06.04.01 Биология, утвержденных Ученым Советом Университета от 02.04.2019 г., протокол № 3 и основной образовательной программы, утвержденной приказом ректора (№ 102/05 от 31.05 2019 г.).

Разработчик:

д.б.н., профессор кафедры биофизики

ст.преподаватель кафедры биофизики


 О.С. Горецкий

 В.О. Корниенко

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры биофизики

Протокол № 13 от «23» мая 2019 г.


Заведующий кафедрой

 С.В. Беспалова

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией биологического факультета

Протокол № 9 от «24» мая 2019 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета

 Е.В. Прокопенко

**1. Область применения и место дисциплины в учебном процессе:** дисциплина «Молекулярная биофизика» является дисциплиной вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 06.04.01 Биология (магистерская программа: биофизика).

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой биофизики. Опираясь на предшествующие и сопутствующие дисциплины Методология и методы научных исследований, Современные проблемы биологии (биофизика), Компьютерные технологии в биологии, Математическое моделирование биологических процессов, Спецглавы физических и химических наук, Биофизика сенсорных систем, она закладывает фундамент научно-методологической подготовки будущих исследователей в области биофизики. Полученные знания используются студентами при прохождении Учебной (по получению первичных профессиональных умений и навыков), Производственной (по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности), Преддипломной практик, при написании выпускной квалификационной работы и в будущей профессиональной деятельности

## 2. Структура дисциплины

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	06.04.01 Биология	
Магистерская программа	Биофизика	
Программа подготовки	Академическая магистратура	
Квалификация	Магистр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля	1 модульный контроль, 1 экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	2	2
Год подготовки	2	3
Семестр	3	
Количество часов	72	72
- лекционных	14	2
- практических, семинарских		
- лабораторных	14	4
- самостоятельной работы	44	66
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	6,4	
в т.ч. аудиторных	1+1+1	

## 3. Описание дисциплины

### Цели и задачи

**Цель** – научить студентов научно обоснованным схемам анализа биологических систем с помощью физических и математических методов исследований.

**Задачи** – усвоение теоретических основ и практических умений по курсу молекулярная биофизика; на профессиональном уровне использовать физические и математические методы теоретического и экспериментального исследования биополимеров; использовать информационные технологии для моделирования процессов, в которых берут участие белки и нуклеиновые кислоты.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** процесс изучения дисциплины «Молекулярная биофизика» направлен на формирование следующих элементов компетенций

в соответствии с ФГОС ВО РФ по направлению подготовки 06.04.01 Биология и основной образовательной программы высшего образования направления подготовки 06.04.01 Биология (магистерская программа: биофизика):

**а) общекультурных (ОК):**

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);
- готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

- готовность использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач (ОПК-3);
- способность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов (ОПК-4);
- готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач (ОПК-7).

**в) профессиональных (ПК):**

*научно-исследовательская деятельность:*

- способность применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры) (ПК-3);

- способность генерировать новые идеи и методические решения (ПК-4);

*педагогическая деятельность:*

- владение навыками формирования учебного материала, чтения лекций, готовность к преподаванию в общеобразовательных организациях, а также в образовательных организациях высшего образования и руководству научно-исследовательской работой обучающихся, умение представлять учебный материал в устной, письменной и графической форме для различных контингентов слушателей (ПК-9).

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен**

**знать:** принципы, возможности и особенности использования разных спектральных, радиоизотопных, иммунохимических, хроматографических методов анализа; основные принципы строения и функционирования белков, ДНК; физические законы, что составляют основу действия разных физических факторов на строение и особенности функционирования биополимеров; основные физические законы и математические уравнения для анализа связывания лигандов биополимерами; особенности методологии современного биофизического эксперимента; правила планирования, организации, проведения биофизического эксперимента и представления экспериментальных данных; методы подготовки биопрепаратов для биофизического исследования, методы выделения и очищения биополимеров, требования, что предъявляются к реагентам и растворам;

**уметь:** формулировать физическую задачу, цель и задания в границах экспериментальных и теоретических исследований; использовать основные понятия, законы и модели математики, физики, химии и биологии при решении профессиональных заданий; использовать на профессиональном уровне физические и математические методы теоретического и экспериментального исследования биополимеров; использовать информационные технологии для моделирования процессов, в которых принимают участие белки и нуклеиновые кислоты; планировать и проводить эксперименты по получению данных относительно характера влияния физических факторов разной природы на биополимеры в растворе;

**владеть:** основными теоретическими положениями и арсеналом современных биофизических методов исследования макромолекул;

**ориентироваться** в круге основных проблем, возникающих при проведении экспериментов в области молекулярной биофизики.

#### 4. Содержание дисциплины и формы организации учебного процесса

Дисциплина «Молекулярная биофизика» предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа студента.

Материал излагается с использованием объяснительно-иллюстративных, эвристических и исследовательских методов преподавания. При проведении лекций для обсуждения материала широко используются мультимедийные презентации, анимации.

В учебном процессе широко применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, дискуссия, полемика), внеаудиторная самостоятельная работа, балльно-рейтинговая система оценки успеваемости, личностно-ориентированное обучение, проблемное обучение.

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
	<i>Содержательный модуль 1</i>
<b>Тема 1. Физика макромолекул</b>	Физика и биология. Молекулярная биофизика и её задачи. Методы, используемые в молекулярной биофизике. Элементы стереохимии и поворотно-изомерная теория макромолекул. Внутреннее вращение и поворотная изомерия. Конформационная теория макромолекул. Поворотно-изомерная теория макромолекул. Объемные взаимодействия и переходы глобула-клубок в полимерных макромолекулах. Упругость полимерной цепи с исключенным объемом. Осмотическое давление полимерного раствора. Статистика линейных полимеров.
<b>Тема 2. Физика белка</b>	Общая характеристика белков. Функции белков. Аминокислоты. Первичная структура. Вторичная структура. Третичная структура. Четвертичная структура. Физико-химические свойства белков. Простые и сложные белки. Химические реакции пептидов. Кислотно-основные свойства белков. Осаждение белков в виде солей. Растворимость белков. Растворы высокомолекулярных соединений. Влияние растворителя на растворимость белка. Влияние температуры на растворимость белка. Осмос и мембранное равновесие белков. Термодинамическое сродство полимера и растворителя. Диффузия. Характеристическая вязкость. Седиментация. Электрофоретическая подвижность. Конформационные переходы у пептидов. Метод Линдерштрема и Ланга. Метод измерения удельного вращения плоскости поляризации света. Поглощение света. Спектроскопия в инфракрасной области. Дисперсия оптической активности. Переходы “спираль-клубок”. Денатурация глобулярных белков. Метод Тенфорда определения разности свободной энергии денатурированного и нативного белка по денатурации в растворе мочевины. Калориметрические измерения денатурационных изменений в белках.
<b>Тема 3. Физика ферментов</b>	Общая характеристика действия ферментов (определения). Химическая кинетика и катализ. Кинетика простых ферментативных

	реакций. Химические аспекты действия ферментов. Конформационные свойства ферментов. Физика фермент-субстратного взаимодействия. Электронно-конформационные взаимодействия. Ферментативная активность лизоцима.
<b>Тема 4.</b> Физика нуклеиновых кислот	Основная характеристика Первичная структура Состав ДНК. Состав РНК. Вторичная структура нуклеиновых кислот. Природа межнуклеотидных связей. Межнуклеотидная связь в ДНК. Конформационный анализ ДНК. Необычные структуры ДНК. Физические модели ДНК. Третичная структура ДНК. Межнуклеотидная связь в РНК. Макромолекулярная структура тРНК. Физико-химические свойства ДНК. Денатурация и ренатурация. Кинетика расплетания двойной спирали. Термодинамика плавления двойной спирали (переходов спираль-клубок). Процессинг ДНК и РНК. Репликация. Транскрипция. Синтез белка.
<b>Тема 5.</b> Регуляция генной активности	Генетический код. Транспортные РНК и супрессия. Регуляция активности генов.

## Тематический план

	Модуль 1. Содержательный модуль 1											
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма						Заочная форма					
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Физика макромолекул		2		4	8			1		1	13	
Тема 2. Физика белка		4		4	10			1		1	13	
Тема 3. Физика ферментов		4		2	8					1	13	
Тема 4. Физика нуклеиновых кислот		2		4	10					1	13	
Тема 5. Регуляция генной активности		2			8						14	
Всего часов по курсу	72	14		14	44		72	2		4	66	

**5. Методические рекомендации для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий.**

**ТЕМЫ ЛЕКЦИОННЫХ ЗАНЯТИЙ**

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>	
		<b>Очная форма</b>	<b>Заочная форма</b>
1.	Физика макромолекул	2	1
2.	Физика белка	4	1
3.	Физика ферментов	4	
4.	Физика нуклеиновых кислот	2	
5.	Регуляция генной активности	2	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>14</b>	<b>2</b>

**ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>	
		<b>Очная форма</b>	<b>Заочная форма</b>
1.	Расчет удельной энергии связи в соединениях	2	1
2.	Изучение симметрии молекулярных орбиталей двухатомных молекул	2	
3.	Неэмпирический квантово-химический расчет молекул	2	1
4.	Моделирование молекулярных переходных процессов	2	
5.	Исследование водородной связи	2	1
6.	Сольватация молекул и моделирование молекулярной динамики	2	0,5
7.	Построение поверхности потенциальной энергии	2	0,5
	<b>ВСЕГО</b>	<b>14</b>	<b>4</b>

**6. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов.**

**ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>	
		<b>Очная форма</b>	<b>Заочная форма</b>
1	Методы интерпретации экспериментальных данных: метод асимметрии Дебая и метод двойной экстраполяции Зимма.	6	8
2	Определение молекулярной массы полимера, размеров макромолекулы и другого вириального коэффициента с данных по светорассеиванию. Угловая зависимость интенсивности света, рассеянного большими частицами разной формы:	5	8



	клубок, сфера, палочка. Характерная вязкость растворов жестких сферических и эллипсоидных частиц.		
3	Вязкость растворов цепных молекул. Уравнение Марка-Куна-Хаувинка. Гидродинамическое взаимодействие в растворах макромолекул. Теории Хирста и Ямакава. Формула Флори для характерной вязкости полимеров в хороших растворителях. Зависимость параметра Флори от качества растворителя. Объемные эффекты гибких и жесткоцепных полимеров. Теория Штокмайера-Фиксмана. Зависимость приведенной вязкости от концентрации раствора и градиента скорости потока. Вязкость растворов полиэлектролитов. Теоретические основы метода.	6	8
4	Электронные спектры поглощения. Поглощение, излучение и рассеивание света. Закон Ламберта-Бера. Измерение величин. Люминесценция и её характеристики. Внутримолекулярные процессы превращения энергии электронного возбуждения. Техника электронной спектрофотометрии и флуоресцентной спектроскопии. Исследования с временным разрешением.	5	8
5	Диапазоны электромагнитных волн. Вращающиеся, колебательные и электронные спектры. Разновидность спектральных приборов. Потенциометрическое титрование полиэлектролитов. Потенциометрическое титрование и конформационный переход. Объединение потенциометрического титрования с методами математического моделирования.	6	8
6	Равновесное связывание лигандов с макромолекулами. Спектральные методы определения термодинамических параметров связывания лигандов с белками и ДНК. Кинетика взаимодействия лигандов с макромолекулами. Гидродинамические и оптические методы определения изменений макромолекулярных параметров ДНК при образовании комплексов с лигандами. Модели скрепления низкомолекулярных лигандов с ДНК. Интеркаляция. Локализация в малых или больших бороздах двойной спирали.	5	8
7	Влияние ионных условий среды на конформацию биологических макромолекул. Сравнительная характеристика полиэлектролитов. Коэффициент активности. Солевое растворение и "высоливание" полярных молекул. Влияние природы и валентности противоионов на конформацию биополимеров в растворе. Конформация биополимеров в растворах разных pH.	6	8
8	Сравнительный анализ поведения синтетических и биологических полимеров при изменении pH и ионной силы раствора. Поведение макромолекул при	5	10

	изменении состава растворителя. Прямое и побочное действие радиаций на биологические макромолекулы. Влияние низкоэнергетических факторов (механических колебаний, электромагнитных полей) на состояние макромолекул <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i> .		
	<b>ВСЕГО</b>	<b>44</b>	<b>66</b>

## 7. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания содержатся в учебно-методическом пособии (Корниенко В. О. Основы молекулярной биофизики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. О. Корниенко, С. В. Беспалова ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).).

### Пример индивидуального задания

Задача 1. Четвертый пептид в нормальном гемоглобине (гемоглобин А) состоит из следующих аминокислот: валин – гистидин – лейцин – треонин – пролин – глутаминовая кислота – лизин.

1) У больного с симптомом спленомегалии при умеренной анемии обнаружили следующий состав четвертого пептида: валин – гистидин – лейцин – треонин – пролин – лизин – глутаминовая кислота – лизин. Определите изменения, произошедшие в ДНК, кодирующей четвертый пептид гемоглобина, после мутации.

2) У больного серповидноклеточной анемией состав аминокислот четвертого пептида гемоглобина следующий: валин – гистидин – лейцин – треонин – пролин – валин – глутаминовая кислота – лизин. Определите изменения в участке ДНК, кодирующем четвертый пептид гемоглобина, приведшие к заболеванию.

Задача 2. Как изменится объем белка, представляющего собой – спираль длиной 45 нм и диаметром 1,1 нм, после его полной денатурации? Среднюю длину статистического сегмента принять равной 5 нм.

Задача 3. Средняя длина молекулы ДНК, входящей в состав одной хромосомы человека составляет 4,3 см. Представим, что ДНК – статистический клубок. Определить характерный объем такого клубка и сравнить его с размером клетки. Так почему же молекулы ДНК плотно упакованы в хромосомах?

## 8. Контрольные вопросы к промежуточной аттестации

### Теоретические вопросы к экзамену

1. Молекулярная биофизика и её задачи.
2. Методы, используемые в молекулярной биофизике.
3. Элементы стереохимии и поворотной-изомерная теория макромолекул.
4. Внутреннее вращение и поворотная изомерия.
5. Конформационная теория макромолекул.
6. Поворотной-изомерная теория макромолекул.
7. Объемные взаимодействия и переходы глобула-клубок в полимерных макромолекулах. Упругость полимерной цепи с исключенным объемом.
8. Осмотическое давление полимерного раствора. Статистика линейных полимеров.
9. Общая характеристика белков. Функции белков.
10. Аминокислоты. Первичная структура.
11. Вторичная структура аминокислот.
12. Третичная структура аминокислот.
13. Четвертичная структура аминокислот.

14. Физико-химические свойства белков.
15. Простые и сложные белки. Химические реакции пептидов.
16. Кислотно-основные свойства белков. Осаждение белков в виде солей. Растворимость белков. Растворы высокомолекулярных соединений. Влияние растворителя на растворимость белка.
17. Влияние температуры на растворимость белка.
18. Осмос и мембранное равновесие белков.
19. Термодинамическое сродство полимера и растворителя. Диффузия. Характеристическая вязкость.
20. Седиментация. Электрофоретическая подвижность.
21. Конформационные переходы у пептидов. Метод Линдерштрема и Ланга.
22. Метод измерения удельного вращения плоскости поляризации света.
23. Поглощение света. Спектроскопия в инфракрасной области. Дисперсия оптической активности.
24. Переходы “спираль-клубок”. Денатурация глобулярных белков.
25. Метод Тенфорда определения разности свободной энергии денатурированного и нативного белка по денатурации в растворе мочевины.
26. Калориметрические измерения денатурационных изменений в белках
27. Общая характеристика действия ферментов (определения).
28. Химическая кинетика и катализ.
29. Кинетика простых ферментативных реакций. Химические аспекты действия ферментов.
30. Конформационные свойства ферментов.
31. Физика фермент-субстратного взаимодействия.
32. Электронно-конформационные взаимодействия. Ферментативная активность лизоцима.
33. Первичная структура нуклеиновых кислот.
34. Состав ДНК. Состав РНК.
35. Вторичная структура нуклеиновых кислот.
36. Природа межнуклеотидных связей. Межнуклеотидная связь в ДНК.
37. Конформационный анализ ДНК.
38. Физические модели ДНК.
39. Третичная структура ДНК. Межнуклеотидная связь в РНК.
40. Макромолекулярная структура тРНК.
41. Физико-химические свойства ДНК.
42. Денатурация и ренатурация.
43. Кинетика расплетания двойной спирали.
44. Термодинамика плавления двойной спирали (переходов спираль-клубок).
45. Процессинг ДНК и РНК.
46. Репликация.
47. Транскрипция.
48. Синтез белка
49. Генетический код.
50. Транспортные РНК и супрессия.
51. Регуляция активности генов.
52. Концепция «ген как единица наследственности». Хромосомы – физические носители генов. Химическая природа генов.
53. Структура генома. Стабильность генома. Программа «Геном человека»: ожидания, реальность, перспективы.
54. Основной постулат молекулярной биологии. Особенности транскрипции у прокариот и эукариот. Синтез и процессинг рРНК, тРНК, и иРНК. Малые некодирующие РНК и интерферирующие РНК (siRNA).
55. Генетический код. Особенности митохондриального генетического кода. Адаптерная роль аминоксил-тРНК. Молекулярные основы трансляции.
56. Молекулярное строение ядра эукариотической клетки.

57. Контроль экспрессии генов у прокариот и эукариот.
58. Уровни контроля экспрессии генов: транскрипционный, процессинг, трансляционный, посттрансляционный. Определение стабильности белков.
59. Молекулярные основы репликации ДНК и ее биологическая роль. Молекулярные основы репаративного синтеза ДНК.
60. Ключевая роль матричных синтезов в происхождении жизни на Земле и эволюции живых существ.

## 9. Образец модульного контроля

### *Вопросы к модульному контролю*

1. Дать определения первичной, вторичной, третичной и четвертичной структуры белка.
2. Что такое геномика и протеомика?
3. То Вам известно о первых работах по молекулярной биологии?
4. Перечислите основные методы исследования, применяемые в структурной молекулярной биологии.
5. Что Вы знаете о методе гель-электрофореза?
6. Что Вы знаете о методе белковой кристаллографии?
7. Как найти в Интернет базу данных белковых структур?
8. По каким критериям следует выбирать структуры в международной базе данных?
9. Какая информация содержится в молекулярном файле?
10. Приведите название известных Вам программ визуализации белковых структур (молекулярной графики).
11. В каком виде могут быть представлены структуры белков или их части в программах визуализации (на примере программы RasTop.exe)?
12. Что позволяет делать программа визуализации RasTop.exe?
13. Основные этапы получения структуры белка методом рентгеновской белковой кристаллографии.
14. Опишите известные Вам методы выращивания белковых кристаллов.
15. Почему для расшифровки атомной структуры белков используются рентгеновские лучи?
16. Почему для расшифровки атомной структуры белков методом рентгеновской белковой кристаллографии используются белковые кристаллы?
17. Что происходит с лучами, рассеиваемыми сложными объектами?
18. Какие источники рентгеновского излучения применяются в белковой кристаллографии?
19. Что такое элементарная ячейка кристалла. Параметры ячейки. Координаты какого атома надо брать за начальные?
20. Вектор рассеяния. Определение. Связь вектора рассеяния с углом отражения.
21. Сфера отражений Эвальда. Построение и свойства. Направление на рефлекс.
22. Миллеровы плоскости отражения. Построение и индексы.
23. Закон Брегга-Вульфа.
24. Связь вектора рассеяния с углом отражения от Миллеровых плоскостей, с направлением плоскостей и с межплоскостным расстоянием.
25. Принцип работы рентгеновского монохроматора.
26. Зависимость между индексами миллеровых плоскостей и расположением рефлекса на дифрактограмме.
27. Условия Лауэ. Вывод на основе закона Брегга-Вульфа.
28. Построение обратной решетки кристалла.
29. Почему нужно прецессировать кристалл, чтобы получить набор рефлексов?
30. Свойства обратной решетки кристалла.
31. Связь обратной решетки кристалла с дифрактограммой.

32. Интерференция волн, рассеянных двумя центрами
33. Структурный фактор электрона и атома. Структурный фактор как вектор на комплексной плоскости. Сложение структурных факторов.
34. Структурный фактор атома как функция координаты атома в элементарной ячейке.
35. Структурный фактор рефлекса.
36. Структурный фактор элементарного объема кристаллической ячейки.
37. Уравнение структурного фактора рефлекса как функции распределения электронной плотности и уравнение электронной плотности как функции структурных факторов рефлексов.
38. Перечислите этапы расчета распределения электронной плотности в пределах элементарной ячейки на основе данных о структурных факторах рефлексов.
39. Что такое карта электронной плотности? Как влияет разрешение на карте электронной плотности на распознавание структуры молекулы?
40. Что такое проблема фаз и как она решается в белковой кристаллографии?
41. Произведите построение Харкера для определения структурных факторов белка и его изоморфно-замещенных производных.
42. Перечислите силы ближнего и дальнего порядка в белковой глобуле.
43. Расскажите про электростатические взаимодействия ионов, ион-дипольные и диполь-дипольные взаимодействия.
44. Расскажите про взаимодействия диполь-индуцированный диполь и про силы Лондона.
45. Чем отличаются взаимодействия Ван-дер-Ваальса и Лондона?
46. Как изменяется энергия системы при сближении двух незаряженных атомов?
47. Как находят радиусы Ван-дер-Ваальса и чему они приблизительно равны у атомов водорода, азота, углерода и кислорода?
48. Что такое стерические ограничения? Расскажите про диаграмму Рамачандрана. Р
49. Нарисуйте химическую структуру участка полипептидной цепи. Укажите основные группы полипептидной цепи (пептидная связь, N-конец и т.д.)
50. Что такое константа диссоциации кислоты? рН и рК.
51. Нарисуйте и объясните кривую диссоциации аминокислоты в водном растворе
52. Что такое кривая диссоциации белка. Изоэлектрическая точка.
53. Химическое строение полипептидной цепи. Что такое конфигурация и конформация полипептидной цепи? Что такое цис- и гош-конфигурации?
54. Причина гибкости полипептидной цепи.
55. Что такое вращательная подвижность?
56. Вокруг каких связей вращение полипептидной цепи возможно, а вокруг каких – невозможно? Почему?
57. Что такое торсионные углы, как они обозначаются?
58. Как изменяется энергия системы при изменении торсионного угла?
59. Перечислите силы ближнего и дальнего порядка в белковой молекуле.
60. Перечислите известные Вам электростатические взаимодействия между химическими группами. Как зависят силы этих взаимодействий от расстояния между взаимодействующими элементами?
61. Что такое нековалентные взаимодействия между атомами?
62. Как зависит энергия системы от расстояния между двумя атомами, если между ними не образуется химическая связь?
63. Что такое радиус Ван-дер-Ваальса? Чему равны эти радиусы для углерода, водорода, азота и кислорода? Как их находят?
64. Почему пептидная группа бывает в транс-, а не в цис- конформации?
65. Что такое диаграмма Рамачандрана?
66. Перечислите аномальные свойства воды, зависящие от образования водородных связей.
67. Что такое водородная связь? Что Вы знаете о ее свойствах?
68. Как можно определить экспериментально энергию водородной связи?
69. Пространственная структура льда и воды.

70. Как изменяется энергия системы при растворении в воде неполярных молекул? Что такое гидрофобное взаимодействие?

### 10. Образец экзаменационного билета

#### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Биологический факультет

Направление подготовки: **06.04.01 Биология**  
 Магистерская программа: **биофизика**  
 Программа подготовки: **академическая магистратура**  
 Семестр: **III**  
 Учебная дисциплина: **Молекулярная биофизика**

#### БИЛЕТ №1

1. Метод Тенфорда определения разности свободной энергии денатурированного и нативного белка по денатурации в растворе мочевины.
2. Физико-химические свойства ДНК.
3. Влияние внешних факторов на структуру и свойства биомакромолекул.
4. Задача.

Утверждено на заседании кафедры биофизики, протокол № \_\_\_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой  
 Преподаватель

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

#### Критерии оценивания экзамена

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	10
Задание 4	10
Всего	40 баллов

### 11. Образец тестового задания (при наличии)

### 12. Критерии оценивания

По курсу предполагается проведение модульного контроля, выполнение лабораторных и практических работ, индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга. Результаты промежуточной аттестации оцениваются по государственной шкале и шкале ECTS.

**Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины**

Организационно учебная работа студента	СРС	
	Индивидуальная работа	Модульный контроль
max 60 баллов	max 30 баллов	max 10 баллов

**Соответствие государственной шкалы оценивания  
академической успеваемости и шкалы ECTS**

<b>Оценка по шкале ECTS</b>	<b>Оценка по 100-балльной шкале, которая действует в ДонНУ</b>	<b>Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>Оценка по государственной шкале (зачет)</b>
A	90–100	5 (отлично)	зачтено
B	80–89	4 (хорошо)	зачтено
C	75–79	4 (хорошо)	зачтено
D	70–74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60–69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35–59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

### **13. Материально-техническое обеспечение учебного процесса.**

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оборудованной меловой или интерактивной доской, проекционными средствами и экраном. Практические и лабораторные занятия проводятся в учебной лаборатории биофизики, оборудованной специализированными приборами для проведения исследований, реактивами, компьютером с доступом к сети Интернет, лабораторными столами, доской.

### **14. Рекомендованная литература**

#### ***Основная литература***

1. Корниенко В. О. Основы молекулярной биофизики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / В. О. Корниенко, С. В. Беспалова ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).
2. Биофизика макромолекул [Электронный ресурс] : учебное пособие / [сост. С. В. Беспалова, В. О. Корниенко] ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).
3. Беспалова С. В. Электрические явления в биомембранах [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. В. Беспалова, В. О. Корниенко; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).
4. Биофизика мембранных процессов. Транспорт веществ через биологическую мембрану [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / [сост. С. В. Беспалова, В. О. Корниенко] ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).
5. Беспалова С.В. Биофизические методы исследования биологических систем. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. В. Беспалова и др. ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк : ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).

### Дополнительная

1. Джаксон М. Б. Молекулярная и клеточная биофизика / М. Б. Джаксон ; пер. с англ. А. П. Савицкого, А. И. Журавлева. - Москва : Мир : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 551 с. (3 экз.)
2. Рубин А.Б. Биофизика [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 020400 (020200) "Биология" и специальности 020207 "Биофизика" : [в 3 т.] / А. Б. Рубин. - Москва: Институт компьютерных исследований; Ижевск, 2013. (1 экз)
3. Основы молекулярной биологии клетки : учеб. пособие / Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин и др. ; пер. с англ. под ред. С. М. Глаголева, Д. В. Ребрикова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 768 с. (3 экз.)
4. Современные проблемы биологии (Биофизика) [Электронный ресурс]: учебное пособие / [сост. В.О. Корниенко, С.В. Беспалова]; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Биологический факультет, Кафедра биофизики. – Донецк: ДонНУ, 2017. – Электронные данные (1 файл).
5. Камкин А. Г. Физиология и молекулярная биология мембран клеток : учеб. пособ. для студентов мед. вузов / А. Г. Камкин, И. С. Киселева. - Москва : Академия, 2008. - 585 с. (1 экз.)

### 15. Информационные ресурсы

- <http://www.donnu.ru/ecolog/archiv> – Архив номеров журнала Проблемы экологии и охраны природе техногенного региона (ДонНУ)
- <http://www.donnu.ru/vestnikA/archive> – Архив номеров журнала Вестник ДонНУ Серия А Естественные науки (ДонНУ)
- <http://dbs.com.ru/index.php/prombotanika> – Архив номеров журнала Промышленная ботаника (ДБС)
- <http://erg.biophys.msu.ru/wordpress/study> – материалы ERG Research Group Лаборатория теоретической биофизики (МГУ)
- <http://mondnr.ru/> – Министерство образования и науки Донецкой Народной Республики
- <https://www.donippo.org/> – ГОУ ДПО «Донецкий республиканский институт дополнительного педагогического образования»
- <http://resobrnadzor.ru/> – Республиканская служба по контролю и надзору в сфере образования и науки
- <http://library.donnu.ru/catalog/> – Электронный каталог+ 3 Электронные картотеки Научной библиотеки ДонНУ
- <http://repo.donnu.ru/> – Электронный архив ДонНУ (репозиторий)
- <http://dl.donnu.ru/> – Репозиторий электронных курсов 1
- <http://dl-test.donnu-support.ru> – Репозиторий электронных курсов 2
- <http://online.donnu.ru> – Сервер видеотрансляций
- <http://nc.donnu.ru/nextcloud> – Корпоративное облачное хранилище
- <http://vconf.donnu.ru> – Сервер видеоконференций
- <http://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека (НЭБ) eLibrary
- <https://dvs.rsl.ru/> – Электронная библиотека диссертаций
- <https://www.biblio-online.ru/> – Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»
- <http://www.bookonlime.ru/> – Онлайн-сервис «Book on Lime» от ООО «Книжный дом университета»
- [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red) – ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
- <http://www.book.ru/> – Электронная библиотечная система BOOK.ru
- <http://www.znaniyum.com/> – Электронно-библиотечная система Znaniyum.com



<http://www.bibliotech.ru/> – Электронно-библиотечная система «БиблиоТех»  
<http://www.ibooks.ru/> – Электронно-библиотечная система (ЭБС) books.ru (Айбукс-ру)  
<https://dlib.eastview.com/> Polpred.com – Архив изданий российской научной периодики  
 БД ИстВью (ООО "ИВИС")  
<http://www.polpred.com/> – Обзор СМИ. Архив важных публикаций  
<https://text.rucont.ru/> – Онлайн-сервис «Рукоконтекст»  
<http://window.edu.ru/> – Свободный доступ: «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»  
<http://нэб.рф/> – Научная электронная библиотека РФ (НЭБ)  
<https://cyberleninka.ru/> – Научная электронная библиотека «Киберленинка»

## 16. Программное обеспечение

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614),
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений)
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения:
  - FreeLab,
  - Scilab,
  - R Studio,
  - Free Pascal,
  - Антивирус Касперского,
  - Adobe Acrobat Reader,
  - xPDF.

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры биофизики с изменениями (без изменений) на 201\_\_\_\_\_ год.

Протокол № \_\_\_\_\_ от “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

С.В. Беспалова

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры биофизики с изменениями (без изменений) на 201\_\_\_\_\_ год.

Протокол № \_\_\_\_\_ от “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. кафедрой

С.В. Беспалова