

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Биологический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
д.б.н. профессор  
"06" 09 2021 г.  
О.И. Юдакова



**Рабочая программа дисциплины  
Биофизика**

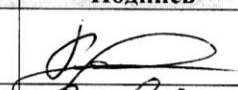
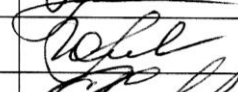
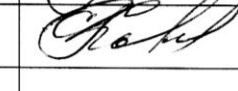
Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Профиль подготовки  
Прикладная и медицинская экология

Квалификация выпускника  
Бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов  
2021

| Статус                         | ФИО                           | Подпись   | Дата      |
|--------------------------------|-------------------------------|---|-----------|
| Преподаватель-разработчик      | Каневский Матвей Владимирович |  | 06.09.21  |
| Председатель НМК               | Юдакова Ольга Ивановна        |  | 06.09.21  |
| Заведующий кафедрой            | Коннова Светлана Анатольевна  |  | 06.09.21. |
| Специалист Учебного управления |                               |   |           |

## 1. Цели освоения дисциплины

**Цель освоения дисциплины «Биофизика»:** сформировать у студентов представление о протекании физических процессов в живых системах, сформировать понимание основных особенностей рассмотрения биологических объектов с точки зрения физики. Дать детальные представления о термодинамике живых объектов на всех уровнях организации от молекулярного до биосферного. Осветить фундаментальные принципы протекания процессов формирования биомакромолекул и связанных с ними процессов с точки зрения физики и математики.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата:

Дисциплина «Биофизика» (Б1.О.22) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП и изучается в 6 семестре.

Для успешного освоения курса необходимы знания математики, химии, физической и коллоидной химии, биологической химии, цитологии, физиологии человека и животных, физиологии растений, генетики. Биофизика опирается на основные логические построения физики, цитологии и биохимии, так как рассматривает все клеточные структуры и процессы на молекулярном уровне. Биомакромолекулы, такие как белки, полисахариды, нуклеиновые кислоты и липиды уже более сотни лет являются объектами изучения биологической химии. Знание цитологии необходимо для логического перехода от изучения органоидов клетки на микроскопическом уровне к молекулярному и атомному уровню. Также знание цитологии, биохимии и физиологии обязательны для понимания функциональных аспектов жизнедеятельности, таких как транспорт и обмен веществ, передача нервного импульса. Знания и умения, приобретенные при изучении вышеуказанных дисциплин, должны полностью подготовить студента к восприятию курса биофизики.

Знания, полученные в ходе изучения курса «Биофизика» являются хорошим предшественником для дисциплин «Молекулярная биология», «Иммунология», «Биотехнология».

## 3. Результаты обучения по дисциплине

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции   | Результаты обучения  |
|---|--|--|
| <b>ОПК-2:</b> Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания; | <b>1.1_Б.ОПК-2</b> Демонстрирует знание основных систем жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений и у животных, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии, биофизики;<br><b>2.1_Б.ОПК-2</b> Осуществляет выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи;<br><b>3.1_Б.ОПК-2</b> Выявляет связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды.<br><b>4.1_Б.ОПК-2</b> Применяет экспериментальные методы для оценки состояния живых объектов | <b>Знать:</b><br>- предмет, задачи и методы биофизики;<br>- строение и конформацию белков и нуклеиновых кислот;<br>- термодинамические особенности живых объектов и биологических процессов;<br>- детальную характеристику основных процессов, протекающих в живой клетке: транспорт, передача сигнала, белковый фолдинг.<br><b>Уметь:</b><br>- применять знания об особенностях рассмотрения биологических систем с точки зрения физики для анализа процессов, протекающих внутри организмов.<br><b>Владеть:</b><br>- современными представлениями об основах биофизических исследований, математического моделирования;<br>- базовыми методами биофизики, применяемыми в фундаментальных |

|  |   |   |
|--|---|---|
| <p><b>ПК-4</b> Способен применять в профессиональной деятельности знания биологии, биомедицины, биотехнологии и экологии</p> | <p><b>1.1_Б.ПК-4</b> Демонстрирует знания об особенностях влияния антропогенных факторов на природные комплексы и о методах оценки их воздействия на окружающую среду.</p> <p><b>2.1_Б.ПК-4</b> Анализирует и критически оценивает состояния запасов водных и наземных биоресурсов</p> <p><b>3.1_Б.ПК-4</b> Разрабатывает тест-системы и протоколы проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов при составлении прогнозных оценок влияния хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды с применением природоохранных технологий</p> <p><b>4.1_Б.ПК-4.</b> Применяет знание в области медицинской экологии для управления качеством окружающей среды, профилактике и охране здоровья человека.</p> | <p>и прикладных исследованиях.</p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные способы межмолекулярных взаимодействий и основы физической регуляции процессов функционирования живой клетки в составе многоклеточного организма;</li> <li>- основные принципы поиска и анализа информации в электронных банках данных;</li> <li>- основные требования к планированию, организации и проведению научных экспериментов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить электрофорез белков, грамотно оценивать результаты;</li> <li>- оценивать коэффициент поверхностного натяжения различных жидкостей, поверхностную буферность растворов при добавлении ПАВ;</li> <li>- проводить анализ осмотического давления растворов по вызываемым биологическим эффектам;</li> <li>- проводить анализ набухания тканей в растворах с разным осмотическим давлением.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками эксплуатации современной аппаратуры и оборудования для проведения научно-исследовательских и лабораторных работ;</li> <li>- знаниями принципов составления научно-технических проектов и отчетов.</li> </ul> |
|--|---|---|

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы 108 часов.

| № п/п | Раздел дисциплины                             | Семестр  | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                      |                                  |           | СР   | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Формы промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|---|----------|-----------------|--|----------------------|----------------------------------|-----------|--|---|
|       |   |          |                 | Лекции   | Лабораторные занятия |                                  |           |  |   |
|       |   |          |                 |  | Общая трудоемкость   | Из них – практическая подготовка |           |  |   |
| 1     | <b>ТЕРМОДИНАМИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ</b>             |          |                 |  |                      |                                  |           |  |   |
| 1.1   | Предмет и методы биофизики. История развития. | 6        | 1               | 2  |                      |                                  | 6         | Рефераты. Выполнение учебного теста                            |   |
| 1.2   | Основы термодинамики                          | 6        | 2<br>7          | 2  | 4                    |                                  | 6         | Устный и письменный отчет, выполнение учебного теста           |   |
| 1.3   | Биофизика белка и нуклеиновых кислот.         | 6        | 3<br>8-9        | 2  | 8                    | 4                                | 6         | Устный и письменный отчет, выполнение учебного теста           |   |
| 1.4   | Биофизика ферментативных реакций.             | 6        | 4               | 2  |                      |                                  | 6         | Рефераты. Выполнение учебного теста                            |   |
| 2     | <b>БИОФИЗИКА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ</b>               |          |                 |  |                      |                                  |           |  |   |
| 2.1   | Биофизика мембран.                            | 6        | 5<br>10         | 2  | 4                    |                                  | 6         | Устный и письменный отчет, выполнение учебного теста. Доклады. |   |
| 2.2   | Биофизика мембранных процессов.               | 6        | 6<br>11-12      | 2  | 8                    |                                  | 6         | Устный и письменный отчет, выполнение учебного теста           |   |
|       | <b>Промежуточная аттестация – 36ч.</b>        | <b>6</b> | <b>13</b>       |  |                      |                                  |           | <b>экзамен</b>   |   |
|       | <b>Итого по дисциплине — 108 ч.</b>           |          |                 | <b>12</b>  | <b>24</b>            | <b>4</b>                         | <b>36</b> |  |   |

#### Раздел 1 Термодинамика живых систем

1.1 Предмет и методы биофизики. История развития. Характеристика биофизики как науки, занимающейся изучением физических основ жизнедеятельности клетки. История возникновения и развития биофизики. Книга Э. Шрёдингера «Жизнь с точки зрения физики» как начало существования биофизики как науки. Исследования учёных древности, средних веков и нового времени, касающиеся физических аспектов жизни человека (Эпикур, Гален, Альхазен, Леонардо да Винчи, У. Гарвей, Л. Эйлер, Д.А. Борелли, Л. Гальвани, А. Вольта, М.В. Ломоносов, А. Лавуазье, Ю. фон Майер, Г. Гельмгольц). Работы учёных XX века (Н.В. Тимофеев-Ресовский, А.Л. Чижевский, И Ленгмюр и К. Блоджетт, Ф. Перуц, У. Астбюри и Д. Кендрю, Д. фон Бекеша, Д. Уотсон, Ф. Крик, Р. Франклин, М. Уилкинсон). Разделы биофизики. Биофизические методы исследования и ограничения их применения на разных уровнях организации живой материи.

1.2 Основы термодинамики. Основные понятия термодинамики и физики: температура, работа, энергия, энтропия, энтальпия. Термодинамические системы и их классификация: открытые, закрытые, изолированные. Экстенсивные и интенсивные параметры. Понятие потенциала. Эндергонический и экзергонический процессы. Энергетическое сопряжение.

Состояние равновесия и стационарное состояние. Баланс энтропии. Исходные положения термодинамики. Первый закон термодинамики. Закон сохранения энергии. Виды энергии: высшие, промежуточные, низшие. Деградация энергии как свойство живых систем. Закон Гесса. Энтальпия. Второй закон термодинамики. Уравнение Пригожина для живых систем. Энтальпические и энтропические процессы.

1.3 Биофизика белка и нуклеиновых кислот. Связи, поддерживающие биомакромолекулы. Белки как нерегулярные биополимеры. Физико-химические свойства аминокислот. Уровни структурной организации белков. Первичная структура как уровень организации белка. Вторичная структура белка.  $\alpha$ -спираль как важнейший элемент вторичной структуры. Роль боковых радикалов аминокислот в формировании  $\alpha$ -спиралей. Иные виды спиральных форм вторичной структуры (спираль  $Z_{10}$ , пролиновая спираль)  $\beta$ -структура: параллельное и антипараллельное расположение цепей при формировании слоев. Третичная структура белка. Изопериметрические задачи для математического моделирования и предсказания формы белковой молекулы по последовательности аминокислот. Глобулярные и фибриллярные белки. Стабильность пространственной структуры. Гидрофобное ядро. Форма, компактность и динамика молекулы белка. Создание биспиральной модели молекулы ДНК (Дж. Уотсон и Ф. Крик). Принципы строения ДНК. В-, А- и Z- формы ДНК.

1.4 Биофизика ферментативных реакций. Ферменты как биологические катализаторы. Особенности ферментативного катализа (специфичность, активность, снижение энергии активации). Единицы активности ферментов. Кинетика ферментативных реакций. Константа Михаэлиса-Ментен.

## **Раздел 2 Биофизика сложных систем**

2.1 Биофизика мембран. Плёнки, мицеллы, мембраны. Развитие представлений о строении мембран. Химический состав мембран: липиды, белки, углеводы. Зависимость состояния мембраны от состава и соотношения жирных кислот. Гидрофобный эффект как основной эффект, обуславливающий формирование мембран. Поведение мембран в электрическом поле.

2.2 Биофизика мембранных процессов. Транспорт веществ через мембраны. Пассивный транспорт, механизмы. Активный транспорт, виды. Митохондриальная цепь передачи электронов как яркий пример энергетического сопряжения и превращения энергии разности потенциалов в энергию макроэргических связей АТФ. Передача нервного импульса, роль активного транспорта в развитии процесса.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

При реализации учебной дисциплины используются следующие формы обучения:

- 1) *традиционные*: лекции, семинары, практические занятия.
- 2) *современные интерактивные технологии*: создание проблемных ситуаций, ролевые, деловые игры, интерактивные лекции, дискуссии.

В ходе реализации программы используются следующие образовательные технологии:

- диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и обучаемого; вовлечение в процесс познания, максимального количества учащихся, в атмосфере доброжелательности и взаимной поддержки. Для этого на лекциях предполагается использовать систему презентации с демонстрацией отдельных задач виртуального практикума;
- «мини-лекция»;
- привлечение специалистов по реализации инструментальных методов анализа;
- разработка «Проекта (схемы) исследования»; приобретение навыков работы на приборах; экскурсии в центры коллективного пользования для знакомства с уникальным лабораторным оборудованием;
- подготовка рецензий на научные статьи, подготовка рефератов и докладов на семинарах;
- привлечение студентов к научной работе на кафедре.

При реализации различных видов учебной работы предусматривается использование наиболее информативных и общедоступных ресурсов Интернета. Использование формы деловой игры с индивидуальными заданиями разным группам призвано активизировать мыслительную деятельность студентов в духе соревнования. При проведении лабораторных занятий в рамках *практической подготовки* также предполагается предоставлять студентам максимальную самостоятельность в их подготовке и проведении. Таким образом, у студентов формируются базовые навыки планирования и организации научного эксперимента, работы на современном лабораторном оборудовании.

Занятия лекционного типа по данной дисциплине составляют 11 % аудиторных занятий.

Удельный вес интерактивных форм обучения составляет около 25% аудиторных занятий.

### **Особенности организации образовательного процесса**

#### **для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

- использование индивидуальных графиков обучения и сдачи экзаменационных сессий;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- для лиц с ограничениями по слуху для облегчения усвоения материала предусматривается максимально возможная визуализация лекционного курса, в том числе широкое использование иллюстративного материала, мультимедийной техники, дублирование основных понятий и положений на слайдах;
- для лиц с ограничениями по зрению предусматривается использование крупномасштабных наглядных пособий.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

При реализации данной дисциплины используются следующие виды самостоятельной работы – подготовка к лабораторным, семинарским занятиям и контрольным работам, работа с литературой для подготовки докладов. Самостоятельная работа студентов подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, Интернет-ресурсы. Текущий контроль включает опросы и тестирование.

Фонд оценочных средств оформлен в качестве приложения к учебной рабочей программе дисциплины «Биофизика».

В рамках самостоятельной работы студенты готовят рефераты по биофизике, а также доклады к семинарским занятиям. Примерный перечень тем для этих работ приведен ниже. Подготовленный реферат по выбранной теме предоставляется преподавателю на проверку. Рефераты, получившие высокую оценку, представляются другим студентам на семинарском занятии. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля проводятся преподавателем в форме устного и письменного опросов или тестирования. Ниже приведены задания для тестов. Список вопросов к промежуточной аттестации также приведен далее.

#### **6.1. Перечень лабораторных работ к дисциплине**

1. Поверхностное натяжение.
2. Измерение осмотического давления различных жидкостей.
3. Методы выделения и очистки белков.
4. Электрофорез белков.

5. Биопотенциалы.
6. Набухание тканей.

### **6.2. Темы рефератов и докладов**

1. Микроскопия.
2. Динамическое рассеяние света.
3. Видимая, УФ и ИК спектроскопия.
4. Электропорация.
5. Импедансометрия.
6. Разновидности электрофореза: изоэлектрофокусирование, 2D электрофорез.
7. 3D моделирование белков.
8. Получение моноплёнок Ленгмюра-Блоджетт.
9. Парадокс Левенталя в фолдинге белка.
10. Симметрия и фрактальность биологических объектов.
11. Автоколебания и автоволны в органах и тканях.
12. Воздействие ультразвука на биологические ткани.
13. Применение ультразвука в медицине.
14. Классификация и регистрация биопотенциалов.
15. Примеры возникновения биопотенциалов в клетках и тканях животных и растений.
16. Взаимосвязь процессов раздражения и возбуждения с возникновением и силой биопотенциалов
17. Биофизика восприятия звука слуховым анализатором.
18. Биофизика восприятия цвета и света зрительным анализатором.
19. Биофизика мышечного сокращения.
20. Биофизика системы кровообращения.
21. Биофизика дыхательной системы.

### **6.3. Вопросы для самостоятельной работы при подготовке к теоретической части лабораторных занятий**

1. Основные понятия термодинамики (работа, энергия (внутренняя, свободная), температура (шкалы, перевод единиц), энтропия)
2. Термодинамические системы. Классификация и характеристика. Экстенсивные и интенсивные параметры термодинамических систем. Экзергонические и эндергонические процессы.
3. Первый закон термодинамики. Его применение к живым системам. Закон Гесса, как следствие первого закон термодинамики. Дегградация и преобразование энергии в термодинамических системах. Тепловая энергия как мера любых видов энергии в термодинамических системах. Виды передачи тепла.
4. Второй закон термодинамики. Энтальпия. Изменение энтропии в различных термодинамических системах. Энтальпийные и энтропийные процессы. Уравнение Пригожина как доказательство применимости 2го закона термодинамики к живым системам.
5. Специфика молекулярной биомеханики. Гравитация и инерция. Дискретность движения и отсутствие силы трения. Тепловое движение. Роль водной среды в организации структуры биомакромолекул. Принципы молекулярного узнавания Крейна.
6. Связи в белках и нуклеиновых кислотах. Ковалентные связи. Явление резонанса пептидной связи, как фактор обеспечения дополнительной прочности. Электростатические взаимодействия. Ван-дер-Ваальсовы силы. Водородные связи. Гидрофобный эффект. Стекинг взаимодействия в ДНК.
7. Биофизика белка. Протеиногенные аминокислоты в составе белков. Классификация аминокислот по заряду. Классификация аминокислот по гидрофобности радикала. Вторич-

- ная структура белка: виды, условия формирования, характеристики. Третичная структура белка: виды, зависимость формы третичной структуры от входящих в состав белка аминокислот. Фолдинг и денатурация.
8. Биофизика нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот: особенности ДНК и РНК. Вторичная структура нуклеиновых кислот: виды, характеристики, особенности нахождения в клетке.
  9. Компоненты мембран. Основные витальные жирные кислоты в составе мембран клеток. Холестерин. Белки в составе мембран, их классификация по положению и функциям. Связи, удерживающие белки в мембране. Углеводы в составе мембран: клеточная стенка и гликокаликс.
  10. Строение мембран. История развития представлений о структуре мембран. Современная жидкостно-мозаическая модель клеточных мембран. Структура билипидного слоя. Роль насыщенности связей жирных кислот в текучести мембран. Структуры полярных головок фосфолипидов: фосфоглицериды, плазмогены, сфинголипиды, гликолипиды.
  11. Транспорт. Понятие градиента. Пассивный транспорт. Осмос. Простая диффузия. Облегчённая диффузия. Активный транспорт. Унипорт, антипорт, симпорт.
  12. Мембранные процессы. Передача возбуждения по нервному волокну. Митохондриальная цепь переноса электронов и АТФ-синтетаза (явление энергетического сопряжения процесса).

#### 6.4. Примеры тестов по биофизике

1. Вещества, способные проникать через бислой липидов, делают это
  - А) по-разному, зависит от типа клетки и запасов АТФ в ней
  - Б) гидрофобные - по градиенту, гидрофильные – против
  - В) против градиента концентрации (от меньшей к большей)
  - Г) по градиенту концентрации (от большей к меньшей)
  
2. Выберите вариант, где ВСЕ вещества могут пересекать мембраны путем простой диффузии через бислой липидов
  - А) вода,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}$
  - Б) вода,  $\text{Na}^+$ , метанол
  - В) аминокислоты, сахара,  $\text{Ca}^{2+}$
  - Г) этанол,  $\text{N}_2$ , вода
  
3. По антипорту с натрием будет переноситься:
  - А) аминокислоты
  - Б) калий
  - В) мочевины
  - Г) глюкоза
  
4. Физиологический раствор  $\text{NaCl}$ 
  - А) 0,9 М
  - Б) 0,1 М
  - В) 0,2 М
  - Г) 0,15 М
  
5. В мембране митохондрий находится основной фермент, синтезирующий АТФ - АТФ-синтаза. На синтез АТФ этот фермент тратит энергию
  - А) потока протонов по градиенту концентрации
  - Б) потока протонов против градиента
  - В) потока ионов  $\text{Na}^+$  по градиенту
  - Г) потока ионов  $\text{Na}^+$  против градиента
  
6. Выберите правильные утверждения. «1,5%  $\text{NaCl}$  ...»
  - А) Приводит к деплазмолизу растительных клеток;
  - Б) Приводит к сжатию эритроцитов;
  - В) является гипотоническим для человека
  - Г) Обладает большим осмотическим давлением, чем плазма крови.
  
7. Калий-натриевый насос перекачивает за 1 раз:
  - А) 2 иона натрия, 2 иона калия
  - Б) 1 ион калия, 1 ион натрия
  - В) 2 иона натрия, 3 иона калия
  - Г) 3 иона натрия, 2 иона калия
  
8. Если в качестве донора протонов на электронтранспортной цепи выступает  $\text{НАДН} + \text{H}^+$ , то создаваемого градиента протонов будет достаточно для:



А) 2 молекул АТФ Б) 1 молекулы АТФ В) 3 молекул АТФ Г) 4 молекул АТФ

9. Передача нервного импульса в синапсе вызывает деполяризацию (исчезновение разницы зарядов с внешней и внутренней стороны) мембраны клетки, принявшей сигнал. Деполяризация происходит очень быстро за счет того, что:

А) начинается синтез белков-медиаторов Б) прекращается работа Na-K-насоса В) закрываются ионные каналы для этих же ионов Г) открываются ионные каналы для  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$

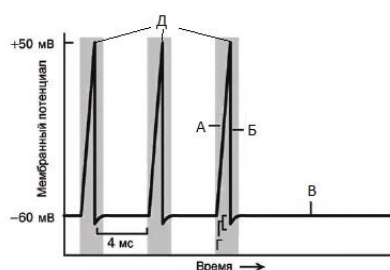
10. Градиент калия в клетке при нормальных условиях:

А) Отсутствует Б) Больше внутри, меньше снаружи В) Больше снаружи, меньше внутри

11. Какой из перечисленных видов транспорта может быть пассивным?

А) Антипорт Б) Симпорт В) Унипорт

12. На рисунке буквой А обозначена



А) Деполяризация Б) Гиперполяризация В) Реполаризация Г) Потенциал действия Д) Потенциал покоя

### 6.5. Вопросы к промежуточной аттестации

1. Биофизика как наука: цели, задачи, предмет, объект исследований. Классификация разделов биофизики в зависимости от размеров исследуемого объекта. Методологическая база разделов биофизики.
2. История развития биофизики. Вклад отечественных и зарубежных учёных в развитие биофизики.
3. Классификация термодинамических систем. Их параметры. Изолированная система – идеальная модель.
4. Термодинамическое равновесие закрытых и изолированных систем. Стационарное состояние открытых систем. Основные отличия.
5. Ход реакций в закрытых и открытых системах. Роль ферментов.
6. Экзергонические и эндергонические процессы. Понятие потенциала и разности потенциалов. Энергетическое сопряжение.
7. Основные постулаты термодинамики.
8. Первый закон термодинамики. Закон Гесса как следствие первого закона термодинамики. Тепловая энергия – как эквивалент всех видов энергии.
9. Работа как процесс преобразования энергии. Преобразование энергии в закрытых системах. Дегградация энергии в открытых системах.
10. Энтальпия. Изменение энтальпии в экзотермических и эндотермических реакциях. Виды теплообмена.

11. Понятие энтропии. Связь энтропии с упорядоченностью системы. Роль энтропии в жизнедеятельности организмов.
12. Второй закон термодинамики в приложении к живым системам. Уравнение Пригожина.
13. Свободная энергия Гиббса. Уравнение Гиббса-Геймгольца как математическое объяснение протекания реакций. Энтальпийные и энтропийные процессы.
14. Специфика биомеханики живых организмов. Понятие статики и динамики в живых организмах.
15. Принципы молекулярного узнавания Крейна на примере биологических систем.
16. Нековалентные взаимодействия в живых системах. Потенциал Ленарда-Джонса.
17. Гидрофобный эффект, как фактор направляющий процессы фолдинга биомолекул и формирование мембран. Изменение энтропии.
18. Классификация аминокислот по физико-химическим свойствам радикалов.
19. Первичная структура белка. Явление резонанса как причина прочности пептидной связи.
20. Спиральные виды вторичной структура белка. Спираль  $4_{13}$  и  $3_{10}$  Пролиновая спираль. Условия формирования.
21. Складчатые виды вторичной структуры белка.
22. Надвторичные структуры белка. Мотивы. Цинковый палец. Лейциновая застёжка-молния.
23. Изопериметрические задачи в биофизике. Форма третичной структуры белка. Кривая Фишера.
24. Условия формирования четвертичной структуры белка. Роль водной среды и гидрофобного эффекта.
25. Вторичная структура нуклеиновых кислот. Конформации, их характеристики и роль. Стекинг взаимодействия.
26. Фолдинг и денатурация нуклеиновых кислот и белков. Баланс энтропии. Уравнение зависимости температуры плавления от состава ДНК.
27. Строение мембран клеток и их функции. Жидкостно-мозаическая модель мембран.
28. Химический состав биологических мембран. Связи между частями мембран.
29. Мембрана как конденсатор. Поведение мембраны в электрическом поле.
30. Метод исследования проницаемости мембран.
31. Типы пассивного транспорта веществ через клеточные мембраны. Роль градиентов.
32. Понятие градиента и его роль в направлении протекания процессов.
33. Схема активного и пассивного транспорта. Их отличие.
34. Энергетика активного транспорта ионов через мембрану. Модель работы  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ -АТФазы.
35. Понятие биопотенциалов. Классификация. Потенциал покоя и потенциал действия. Роли ионов натрия и калия в генерации потенциала действия в гигантском аксоне кальмара.
36. Механизм передачи электрического импульса по нервному волокну. Роль миелиновых оболочек.
37. Митохондриальная цепь переноса электронов. Принцип работы. Энергетика процесса.
38. Особенности ферментов, как биологических катализаторов. Единицы активности.
39. Ферментативный катализ. Изменение энергии активации.
40. Строение ферментов. Причины эффективности ферментативного катализа.

41. Схема ферментативного катализа на примере реакции преобразования одного субстрата в 1 продукт. Факторы, ограничивающие скорость протекания ферментативной реакции.
42. Константа Михаэлиса. Физический и биологический смысл.
43. Поверхностное натяжение различных жидкостей. Механизм возникновения поверхностного натяжения на границе раздела 2 сред.
44. Поверхностное натяжение. Поверхностная буферность.
45. Электрофорез. Применение в биологических и смежных исследованиях.
46. Электрофорез. Прикладные аспекты в медицине.
47. Набухание тканей. Влияние состава ионов окружающей среды на набухание тканей.
48. Набухание тканей. Методы изучения проницаемости веществ в клетки.
49. Набухание тканей. Зависимость набухания тканей от pH раствора.
50. Осмотическое давление и методы его регистрации. Осмотическое давление.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС.

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

| 1       | 2      | 3                    | 4                    | 5                      | 6                               | 7                                | 8                        | 9          |
|---------|--------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|------------|
| Семестр | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа | Автоматизированное тестирование | Другие виды учебной деятельности | Промежуточная аттестация | Итого      |
| 6       | 6      | 12                   | 0                    | 12                     | 20                              | 30                               | 20                       | <b>100</b> |

### Программа оценивания учебной деятельности студента 6 семестр

**Лекции** - посещаемость, опрос, активность – от 0 до 6 баллов.

**Лабораторные занятия** - устный опрос на лабораторных занятиях – от 0 до 12 баллов.

**Практические работы** – не предусмотрены.

**Самостоятельная работа** – Подготовка рефератов и выступление с устными докладами – от 0 до 12 баллов.

**Автоматизированное тестирование** – Выполнение итогового теста по дисциплине в системе IpslonUni – от 0 до 20 баллов.

**Другие виды учебной деятельности** - письменный (тестовый) контроль знаний – от 0 до 30 баллов.

**Промежуточная аттестация (экзамен)** – от 0 до 20 баллов.

**16-20 баллов** – ответ на «отлично»

**11-15 баллов** – ответ на «хорошо»

**6-10 баллов** – ответ на «удовлетворительно»

**0-5 баллов** – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 6 семестр по дисциплине «Биофизика» составляет **100** баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Биофизика» в оценку (экзамен):

|                 |                       |
|-----------------|-----------------------|
| 91 – 100 баллов | «отлично»             |
| 81 – 90 баллов  | «хорошо»              |
| 61 – 80 баллов  | «удовлетворительно»   |
| 0 – 60 баллов   | «неудовлетворительно» |

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### Литература:

1. Биофизика : учебное пособие / М. В. Волькенштейн. - 4-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 608 с. (Доступ ЭБС Лань)
2. Биофизика : учебник / А. Б. Рубин. - Москва : КноРус, 2016. - 187, [3] с. : ил. - (Бакалавриат). - Библиогр.: с. 187-188.
3. Биофизика : учебное пособие / Г. А. Плутахин, А. Г. Кощаев. - 2-е, Переработанное, Дополненное. - Санкт-Петербург : Лань, 2012. - 240 с. (Доступ ЭБС Лань)
4. Основы биомеханики : учебное пособие / Ю. И. Няшин, В. А. Лохов. - Пермь : ПНИПУ, 2007. - 210 с. (Доступ ЭБС Лань)
5. Физика белковых молекул / А. В. Финкельштейн. - Физика белковых молекул, 2019-10-01. - Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2014. - 425 с. (Доступ ЭБС IPR BOOKS.)
6. Биофизические основы живых систем : Учебное пособие / И. В. Жукова, Е. С. Ямалева, С. Г. Добротворская. - Биофизические основы живых систем, 2022-01-18. - Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. - 100 с. (Доступ ЭБС IPR BOOKS.)

### Лицензионное программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Windows 7 Ultimate,
2. Microsoft Office 2007,
3. Adobe Reader,
4. Avast Free Antivirus.



### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

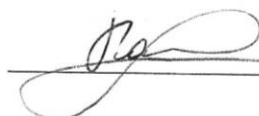
1. Аналитические и торсионные весы, аквадистиллятор, термостаты, прибор для горизонтального электрофореза на бумаге.
2. Материально-техническая база кафедры биохимии и биофизики, учебно-научного центра физико-химической биологии СГУ и ИБФРМ РАН.
3. Мультимедийное оборудование для лекционного сопровождения и другая оргтехника.

В рамках *практической подготовки* формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся происходит на базе учебной лаборатории биофизики биологического факультета СГУ, учебной лаборатории биофизики кафедры оптики и биофотоники Института, физики.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 06.03.01 Биология, профиль «Прикладная и медицинская экология».

Автор:

Доцент кафедры биохимии и биофизики,  
к.б.н.



М.В. Каневский

Программа одобрена на заседании кафедры биохимии и биофизики от «06» сентября 2021 года, протокол № 2.