




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)


**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»  
Руководитель ОП

  
(подпись) \_\_\_\_\_ Галышева Ю.А.  
(Ф.И.О. рук. ОП)

« 18 » сентября 2017 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Биохимии, микробиологии и биотехнологии  
(название кафедры)  
  
\_\_\_\_\_ Костецкий Э.Я.  
(Ф.И.О.)

« 18 » сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Биофизика

Направление подготовки 06.03.01 Биология

Профиль «Микробиология»

Форма подготовки очная

курс 4 семестр 8  
лекции 40 час.  
практические занятия 30 час.  
лабораторные работы 20 час.  
в том числе с использованием МАО лек. 6 / пр. 9 / лаб. 18 час.  
в том числе в электронной форме лек. \_\_\_\_\_ / пр. \_\_\_\_\_ / лаб. \_\_\_\_\_ час.  
всего часов аудиторной нагрузки 90 час.  
в том числе с использованием МАО 33 час.  
в том числе в электронной форме \_\_\_\_\_ час.  
самостоятельная работа 18 час.  
в том числе на подготовку к экзамену \_\_\_\_\_ час.  
контрольные работы (количество) нет  
курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр  
зачет 8 семестр  
экзамен \_\_\_\_\_ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом от 07.07.2015 № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры биохимии, микробиологии и биотехнологии  
протокол № 21 от « 16 » \_\_\_\_\_ июня 2017 г.

Заведующий кафедрой: д.б.н., профессор Э.Я. Костецкий

Составитель: к.м.н., доцент А.В. Цыбульский

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О.Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in 06.03.01 Biology**

**Study profile** Microbiology

**Course title: Biophysics**

**Variable part of Block, 3 credits**

**Instructor:** Tsybulsky A.V.

**At the beginning of the course a student should be able to:** Readiness to perform standard basic procedures for providing individual and group organization. Readiness to apply the basic knowledge of biological sciences, obtained in the previous level of education.

**Learning outcomes:**

GPC-5 ability to apply knowledge of the principles of cellular organization of biological objects, biophysical and biochemical bases, membrane processes and molecular mechanisms of vital activity.

GPC-6 the ability to apply modern experimental methods of working with biological objects in the field and laboratory conditions, skills to work with modern equipment.

GPC-14 ability and willingness to lead a discussion on socially important problems of biology and ecology.

PC-4 the ability to master the skills and knowledge of the fundamentals of nanobiotechnology for entering the professional field of developing innovative technologies.

**Course description:** Discipline forms a systematic view of molecular and cellular biophysics.

The content of the discipline covers the following range of issues:

Physical laws of the organs and systems functioning, the physical properties of biological tissues and methods of their study, the features of the action of physical factors on the cell and subcellular formations;

Structure and functions of biological membranes. Permeability of cell membranes. Transport of substances through membranes.

Bioenergetics. Emission and absorption of energy by atoms and molecules. Luminescence of biological systems. Biophysical mechanisms of photosynthesis and cellular respiration. Thermodynamics of biological systems.

Biological electrodynamics. Physicochemical basis of bioelectrogenesis. Potential of rest, action potential, its distribution. Electrical and magnetic properties of tissues. Effect of EMF on biological tissues.

Biomechanics. Mechanical properties of biological tissues. Biomechanics of the musculoskeletal system. Circulatory system.

Biophysics of the sense organs. Biophysical organisms of information transformation in receptors. Biophysics of hearing. Biophysics of vision.

The effect of ionizing radiation on the cell. Types of ionizing radiation. Biophysical basis of the action of ionizing radiation. Dosimetry.

The teaching materials on the course "Biophysics basic" are designed for 4th year students of the Bachelor's Program in «Biology». Full-time program. Language of the program – Russian. The teaching materials are written in Russian.

These teaching materials on the course are developed in accordance with the curriculum of the educational program under the Federal State Educational Standard of Higher Professional Education (FSES HPE) 00400.62 "Biology" (Bachelor's degree), approved by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation. The discipline " **Biophysics basic** " is a block of elective courses students the variable part of the professional cycle. The total labor discipline development is 1.5 credit units, 54 hours. Curriculum provided lectures (18 hours), laboratory work (18 hours), practical work (18 hours), independent work (18 hours to prepare for the offset). Discipline is implemented on 4 course in the 8th semester.

**Main course literature:**

1. Jackson M. Molecular and cellular biophysics. M., World. 2018. 552 P There are 1 copies. and the electronic version of the department.
2. Remizov A.N., Maxina A.G., Potapenko A.Ya. Medical and biological physics. Moscow. Bustard. 2010. There is a copy in the department.
3. Remizov A.N., Maxina A.G. Guide to laboratory work on medical and biological physics. Bustard. 2008. There is a copy in the department.
4. Rubin A.B. Biophysics (3 tons). 2013. ISBN 978-5-4344-0101-2
5. Rubin A.B. Lectures on biophysics. <http://studentam.net/content/view/842/113/>
6. William Bialek "Biophysics Searching for Principles". Hardcover, 2012. 640 pp. (eng).  
<http://assets.press.princeton.edu/chapters/i9911.pdf> (Introduction).
7. Thomas E. Creighton "Visualizing Biological Structures and Molecules". 2011. 172 pp. (eng).
8. Thomas E. Creighton "The Biophysical Chemistry of Nucleic Acids & Proteins". Helvetian Press, 2010. 774 pp. (eng).
9. Peter I Belobrov "Physical Biology of the Cell". 2014. (eng)  
[https://molpit.org/files/371\\_](https://molpit.org/files/371_)
10. Encyclopedia of Biophysics. Editors: Roberts, Gordon C.K. (Ed.) 2013. 2807pp. (eng). Instance in the department
11. Rubin A.B. Modern methods of biophysical research. a workshop on biophysics (rus). <http://studentam.net/content/view/841/113/>
12. Rubin A.B. Lectures on Biophysics (rus). <http://studentam.net/content/view/842/113/>
13. William Bialek «Biophysics Searching for Principles». Hardcover, 2012. 640 pp. (eng).  
<http://assets.press.princeton.edu/chapters/i9911.pdf> (Introduction).
14. Thomas E. Creighton "Visualizing Biological Structures and Molecules". 2011. 172 pp. (eng).
15. Thomas E. Creighton "The Biophysical Chemistry of Nucleic Acids & Proteins". Helvetian Press, 2010. 774 pp. (eng).
16. Peter I Belobrov "Physical Biology of the Cell". 2014. (eng)

<https://molpit.org/files/371>

17. **Encyclopedia of Biophysics**. Editors: Roberts, Gordon C.K. (Ed.). 2013. 2807pp. (eng). Copy in electronic format at the chair.

**Form of final control:** pass-fail test.

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Биофизика»**

Рабочая программа учебной дисциплины «Биофизика» разработана для студентов 4 курса, обучающихся по направлению 06.03.01 «Биология», профиль «Микробиология».

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. Учебным планом предусмотрены в 8 семестре лекционные занятия (40 часов), лабораторные работы (20 часов), практические и семинарские занятия (30 часов), самостоятельная работа (18 часов).

Дисциплина «Биофизика» является вариативной естественно-научной дисциплиной при подготовке студентов направления подготовки «Микробиология», раскрывает следующие фундаментальные вопросы:

физические закономерности, лежащие в основе процессов, протекающих в организме;

физические свойства биологических тканей;

механизмы действия физических факторов на организм;

Биофизика клетки. Общая ультраструктура клетки. Строение и функции биологических мембран. Проницаемость клеточных мембран. Транспорт веществ через мембраны.

Биоэнергетика. Испускание и поглощение энергии атомами и молекулами. Люминисценция биологических систем. Биофизические механизмы фотосинтеза и клеточного дыхания. Термодинамика биологических систем.

Биологическая электродинамика. Физико-химические основы биоэлектrogenеза. Потенциал покоя, потенциал действия, его распространение. Электрические и магнитные свойства тканей. Действие ЭМП на биологические ткани.

Биомеханика. Механические свойства биологических тканей. Биомеханика опорно-двигательного аппарата. Система кровообращения.

Биофизика органов чувств. Биофизические организмы преобразования информации в рецепторах. Биофизика слуха. Биофизика зрения.

Действие ионизирующего излучения на клетку. Виды ионизирующих излучений. Биофизические основы действия ионизирующего излучения. Принципы и техника дозиметрии.

Дисциплина «Биофизика» логически и содержательно связана с другими дисциплинами данной образовательной программы. Для формирования целостного представления о физиологии растений студенту

необходимы знания следующих предшествующих дисциплин бакалавриата: «Физика», «Высшая математика», «Общая биология», «Цитология и генетика», «Биохимия и молекулярная биология», «Основы иммунохимии», «Микробиология», «Введение в биотехнологию».

Достоинством учебной программы «Биофизика» является пакет материалов, комплементарно сочетающий теоретические материалы и практические задания с целью более глубокого осмысления данного курса.

**Цель** освоения учебной дисциплины «Биофизика» - формирование у студентов системных знаний об универсальных физических закономерностях функционирования органов и систем, физических свойствах биологических тканей и методах их изучения, особенностях действия физических факторов на клетку, субклеточные образования и биомолекулы. Эти знания необходимы для изучения других дисциплин и наиболее полно последовательно прививают будущим специалистам принципы научной методологии.

**Задачами** данной дисциплины являются:

- формирование у студентов научного мышления в категориях точных наук, что позволит глубже понять закономерности строения и функционирования организма животных и человека на квантово-химическом, молекулярном и клеточном уровнях, а также – физические принципы функционирования сложных биологических систем.

- понимание биофизических закономерностей строения и функционирования организма животных и человека в норме и патологии;

- формирование у студентов представлений об основных путях получения и преобразования энергии в биологических системах и применимости законов термодинамики к живым организмам;

- знание особенностей кинетики биологических процессов, термодинамики и кинетики ферментативных реакций;

- знание структурно-функциональных особенностей и физико-химических свойств основных классов биополимерных молекул;

- формирование представлений о строении биологических мембран и о биофизических механизмах мембранных процессов;

- знание основных видов фотобиологических явлений;

- знание принципов действия различных ионизирующих излучений на биологические системы и механизмов радиочувствительности (и радиорезистентности) клеток и тканей. Представление о радиационном гормезисе.

- приобретение навыков биофизического и математического моделирования при изучении биологических объектов и процессов;

- обучение студентов методам биофизических экспериментальных и диагностических исследований;
- ознакомление студентов с принципиальными схемами и физическими основами работы исследовательской, диагностической и терапевтической биофизической аппаратуры и техникой безопасности при работе с ней.
- ознакомление студентов с самыми передовыми биотехнологическими разработками, базирующихся на биофизических закономерностях (технологии направленной доставки лекарственных средств, управление фазовыми переходами материалов наноразмерных контейнеров лекарственных средств, технологии управляемых наноразмерных молекулярных машин – нанороботов, технологии управления биологическими функциями, основанные на применении модулированных-преформированных физических факторов).

Для успешного изучения дисциплины «Биофизика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

**ОПК-5** способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности

**ОПК-6** способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой

**ОПК-14** способность и готовностью вести дискуссию по социально-значимым проблемам биологии и экологии

**ПК-4** способность овладеть навыками и знаниями основ нанобиотехнологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий

Учебный курс «Биофизика» предполагает использование студентами знания физики, высшей математики, биологии, химии и выполняет функции интегрирующей дисциплины, закрепляет материалистические принципы мировоззрения студентов, создает представление об органическом единстве окружающего мира. Исследуя физические и физико-химические процессы в организме на квантовом, молекулярном уровне и клеточном уровнях, Биофизика позволяет вскрыть универсальные механизмы физиологических процессов и объяснить причины наблюдаемых явлений в мире живого.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения



образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций (общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции (элементы компетенций)):

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-5</b> способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	Знает	современные проблемы биологии и фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.
	Умеет	использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.
	Владеет	навыками использования фундаментальных биологических представлений в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач
<b>ОПК-6</b> способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой	Знает	особенности проведения научного исследования, выполнения всех необходимых его этапов, российский и зарубежный опыт в данной области
	Умеет	выявлять и обосновывать актуальные проблемы для исследований, самостоятельно их проводить, разрабатывать методологию, анализировать и презентовать результаты
	Владеет	технологиями выявления актуальных проблем для исследований, самостоятельного их проведения, разработки методики, анализа и презентации результатов
<b>ОПК-14</b> способность и готовностью вести дискуссию по социально- значимым проблемам биологии и экологии	Знает	формы представления научных результатов
	Умеет	выполнять исследовательскую работу, опираясь на имеющийся российский и зарубежный опыт в данной области
	Владеет	навыками самостоятельного проведения научного исследования, выполнения всех необходимых его этапов, опираясь на имеющийся российский и зарубежный опыт в данной области

<p><b>ПК-4</b> - знания основ биологии и биотехнологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий</p>	Знает	Современные тренды развития биофизической науки. Ориентируется в наиболее перспективных тенденциях внедрения достижений биофизической науки
	Умеет	Пользоваться разнообразными информационными ресурсами биофизического профиля для ориентации в перспективах внедрения в биомедицинскую практику инновационных достижений биофизической науки
	Владеет	знанием основ биологии и биотехнологии.

В результате освоения дисциплины «Биофизика» обучающийся должен:  
Знать:

- физические закономерности лежащие в основе процессов, протекающих в организме;
- физические свойства биологических тканей;
- механизмы действия физических факторов на организм;
- основы устройства исследовательской, физиотерапевтической и диагностической аппаратуры;
- правила техники безопасности при работе с аппаратурой.

Уметь:

- анализировать процессы жизнедеятельности биосистем, используя законы физики;
- объяснять физические свойства биологических тканей, функционирование систем, применяя методы физического и математического моделирования;
- оценивать эффективность применения физического фактора для изменения состояния системы.

Владеть:

- навыками проведения экспериментальных исследований;
- навыками составления биофизических и математических моделей для изучения биосистем;
- навыками получения информации из разных источников

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Биофизика» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: на лекциях – презентации с визуализацией узловых моментов изучаемого материала и моментами беседы; на лабораторных занятиях – дискуссии по проблемным вопросам.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА «БИОФИЗИКА»**

## **Семестр 8: лекционный курс (40 часов).**

### **Раздел I.**

#### **Тема 1. Введение (4 часа)**

Предмет и задачи изучения курса «Биофизика». История возникновения и развития биофизики. Современная проблематика биофизических исследований. Ведущие научные организации биофизического профиля в России и за рубежом.

#### **Тема 2. Генерация и обмен энергией в живых системах. Элементы термодинамики (4 часа).**

Абсорбция и эмиссия энергии атомами и молекулами. Люминесценция биологических систем. Биофизические механизмы фотосинтеза и клеточного дыхания. Термодинамика биологических систем.

#### **Тема 3. Биологическая электродинамика. Механизмы электрогенеза в живых системах (6 часов).**

Физико - химические основы биоэлектрогенеза. Электропроводность биологических тканей для постоянного, импульсного и переменного токов. Потенциал покоя, потенциал действия, его распространение. Электрические и магнитные свойства тканей. Действие ЭМП на биологические ткани. Формула Нерста, Гольдмана - Ходжкина- Катца. Электрическое поле органов. Физические основы электрокардиографии.

#### **Тема 4. Биомеханика (6 часов).**

Механические свойства биологических тканей. Биомеханика опорно-двигательного аппарата. Биомеханика системы кровообращения.

#### **Тема 5. Биофизика клетки. (6 часов).**

Общая ультраструктура клетки. Строение и функции биологических

мембран. Проницаемость клеточных мембран. Транспорт веществ через мембраны. Типы диффузионных процессов.

#### **Тема 6. Биофизика органов чувств (4 часа).**

Биофизические организмы преобразования информации в рецепторах. Биофизика слуха. Биофизика зрения. Биомеханика органов чувств.

#### **Тема 7. Термогенез в живых системах (5 часов).**

Механизмы генерации тепла. Методы тепловизионной регистрации процессов в живых системах от клетки до макроорганизма. Особенности термогенеза в белой и бурой жировой ткани. Основные законы теплового излучения:

Закон Стефана — Больцмана, Закон излучения Кирхгофа, Закон смещения Вина.

#### **Тема 8. Основы радиационной биофизики (5 часов).**

Действие ионизирующего излучения на клетку. Виды ионизирующих излучений. Биофизические основы действия ионизирующего излучения. Принципы и техника дозиметрии.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **III.**

#### **Лабораторные работы (20 часов)**

**Лабораторная работа №1.** Изучение механических свойств различных тканей животных и растений. Характеристика модулей упругости биологических структур. (5 часов).

**Лабораторная работа №2.** Прямые и непрямые методы определения свободных радикалов в биологических системах. (5 часов).  
Определение содержания активных форм кислорода методами хемиллюминесценции и количественного определения диальдегида.

**Лабораторная работа №3.** Характеристика влияния света различных спектральных характеристик на метаболическую активность культур клеток и тканей животных. Особенности биологического действия света постоянных и импульсных характеристик (5 часов).

**Лабораторная работа №4.** Изучение влияния электрического тока различных амплитудных и частотных характеристик на митотическую активность клеток (в условиях *in vitro* и *ex vivo*). (5 часов).

### **Практические и семинарские занятия (30 часов)**

ТЕМА СЕМИНАРА №1. Методы исследования биологических структур, основанные на явлениях ЭПР, ЯМР, ППР (3 часа)

ТЕМА СЕМИНАРА №2. Потенциал покоя, потенциал действия. Физические основы электрографии. Регистрация ЭКГ и построение электрической оси сердца (3 часа)

ТЕМА СЕМИНАРА №3. Физические методы анализа в биологии и медицине (3 часа)

ТЕМА СЕМИНАРА №4. Модули упругости в характеристике биологических структур (тканей и органов) (3 часа)

ТЕМА СЕМИНАРА №5. Энергетика различных видов физической активности человека. Методы исследования. Определение физической работоспособности при помощи велоэргометра. (3 часа)

ТЕМА СЕМИНАРА №6. Биоакустика. Определение остроты слуха при помощи аудиометра. Действие постоянного и импульсного токов на биоткани. Определение реобазы и хронаксии по кривой электровозбудимости. (3 часа)

ТЕМА СЕМИНАРА №7. Электрические характеристики живой ткани. Исследование дисперсии импеданса живой ткани (3 часа).

ТЕМА СЕМИНАРА №8. Действие ЭМП УВЧ диапазона на биологические структуры и организм человека в целом (3 часа)

ТЕМА СЕМИНАРА №9. Фотобиологические процессы. Поглощение света биомолекулами. Исследование светопроводящего и световоспринимающего аппарата глаза (3 часа)

ТЕМА СЕМИНАРА №9. Радиационная Биофизика. Действие ионизирующего излучения на биоткани. Дозиметрия ионизирующих излучений. Радиационный гормезис (3 часа)

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Биофизика» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

Трудоемкость контактной работы 54 часа.

#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
<b>8 семестр</b>					
1	<b>Раздел I. Молекулярная Биофизика (30 час.)</b>	ОПК-5 ОПК-6 ОПК-14	знает	УО	Вопросы к зачету
			Умеет	ЛР	
			владеет	ЛР	
			умеет	ЛР-1-4	
			владеет	ЛР-1-4	
<b>8 семестр</b>					
2	<b>Раздел II. Биофизика клетки (24 час.)</b>	ОПК-5 ОПК-6 ОПК-14	знает	УО	Вопросы к зачету
			умеет		
			владеет	ЛР	
			умеет		
			владеет	ЛР-1-4	

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Электронные и печатные издания*

1. Джаксон М. Молекулярная и клеточная Биофизика. М., Мир. 2018. 552 С. Имеется 1 экз. и электронная версия на кафедре.
2. Ремизов А.Н., Максина А. Г., Потапенко А.Я. Медицинская и биологическая физика. Москва. Дрофа. 2010. Имеется экземпляр на кафедре.
3. Ремизов А.Н., Максина А.Г. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Дрофа. 2008. Имеется экземпляр на кафедре.
4. Рубин А.Б. Биофизика (в 3 т). 2013.  
ISBN 978-5-4344-0101-2
5. William Bialek «Biophysics Searching for Principles». Hardcover, 2012. 640 pp. (eng).  
<http://assets.press.princeton.edu/chapters/i9911.pdf> (Introduction).
6. Thomas E. Creighton “Visualizing Biological Structures and Molecules”. 2011. 172 pp. (eng).
7. Thomas E. Creighton “The Biophysical Chemistry of Nucleic Acids & Proteins”. Helvetian Press, 2010. 774 pp. (eng).
8. Peter I Belobrov “Physical Biology of the Cell”. 2014. (eng)  
[https://molpit.org/files/371\\_](https://molpit.org/files/371_)
9. Encyclopedia of Biophysics. Editors: Roberts, Gordon C.K. (Ed.). 2013. 2807pp. (eng). Экземпляр на кафедре.

### *Программное обеспечение и Интернет ресурсы*

<http://www.maik.ru/ru/journal/biofiz/> Журнал «Биофизика».

<http://www.lipid.wabash.edu/>

<http://www.ucalgary.ca/tieleman/> *Biocomputing Group*

*Using computer simulations to study biological problems*



<http://split.pmfst.hr/split/4/> *Membrane Protein Secondary Structure Prediction Server*

<https://www.rcsb.org/> *A Structural View of Biology*

<http://www.biophysics.org/Education/SelectedTopicsInBiophysics/BiophysicalTechniques/tabid/2313/Default.aspx> *Biophysical Techniques*

<http://www.cell.com/biophysj/home> *Biophysical Journal*

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

*Pubmed, Scopus* (информационные базы данных), *Genbank* (база данных геномного секвенирования), *KEGG* (веб-ресурс, объединяющий ряд биологических баз данных, где собрана геномная, химическая, функциональная и пр. информация, и предназначенный, прежде всего, для интерпретации данных геномного [секвенирования](#). Ресурс представляет собой попытку компьютеризировать все данные молекулярной и клеточной биологии).

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «Биофизика»**

### **Рекомендации по самостоятельной работе студентов**

Методические указания по работе с литературой. Определитесь со списком литературы, доступной вам. Основой может стать список литературы, рекомендованный в рабочей программе курса. Для удобства работы можно составить собственную картотеку отобранных источников (фамилия авторов, заглавие, характеристики издания) в виде рабочего файла в компьютере. Такая картотека имеет преимущество, т.к. она позволяет добавлять источники, заменять по необходимости одни на другие, убирать те, которые оказались не соответствующие тематике. Первоначальный список

литературы можно дополнить, используя электронный каталог библиотеки ДВФУ, при этом не стесняйтесь обращаться за помощью к сотрудникам библиотеки.

Работая с литературой по той или другой теме, надо не только прочитать, но и усвоить метод ее изучения: сделать краткий конспект, алгоритм, схему прочитанного материала, что позволяет быстрее его понять, запомнить. Не рекомендуется дословно переписывать текст.

При изучении материалов по биофизике старайтесь пользоваться и электронными ресурсами в том числе и на английском языке.

Методические указания по подготовке к лабораторным работам. Поскольку лабораторная работа является коллективной формой рассмотрения и закрепления учебного материала, к нему должны готовиться все студенты. На каждой лабораторной работе будет проводиться устный опрос по теоретическому материалу лекции, соответствующей теме данного занятия. После беседы проводится краткое обсуждение с дополнениями, поправками в виде вопросов – ответов или дополнительных выступлений. Оценивается как качество ответа, так и активность участников дискуссии.

### **Задания для самостоятельного выполнения**

1. Теоретико-типологический анализ подборки периодической литературы по изучаемой дисциплине.
2. Составление глоссария терминов по изучаемой дисциплине.
3. Подготовка реферата по теме, предложенной преподавателем или самостоятельно выбранной студентом и согласованной с преподавателем. Представление реферата в виде презентаций с использованием мультимедийного оборудования.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная лекционная аудитория с мультимедийным проектором и экраном для презентаций докладов. Общелабораторная посуда и оборудование: микроскопы, центрифуги с угловым и бакет роторами, весы технические, весы аналитические, спектрофотометр, планшетный фотометр и вспомогательное оборудование для иммуноферментного анализа, планшетный флуороскан, боксированное стерильное помещение и ламинарный шкаф для стерильной работы, проточный лазерный цитофлуориметр, амплификатор PCR Real Time.

**Необходимо приобретение оборудования для оснащения биофизической учебно-исследовательской лаборатории:** автоматические аудиометры, велоэргометр, электрокардиографы, осциллографы, звуковые генераторы, лазерные генераторы, рН-метр, термометры, поляриметры, рефрактометры, микроманипулятор, аппаратура для микродиссекции с лазерной ловушкой, атомно-силовой микроскоп, электронный микроскоп.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
ДВФУ

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Биофизика»

Направление подготовки 06.03.01 Биология

Профиль «Микробиология»

Форма подготовки очная

Владивосток  
2017

Самостоятельная работа студента включает:

- 1) библиотечную или домашнюю работу с учебной и научной литературой;
- 2) оформление лабораторных работ;
- 3) доклады и участие в дискуссии на семинарских занятиях.

Порядок выполнения самостоятельной работы должен соответствовать календарно-тематическому плану дисциплины, в котором установлена последовательность проведения практических (семинарских) занятий.

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/сроки выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
1	На протяжении всего курса	Работа над рекомендованной литературой.	18 час.	Текущие вопросы в процессе выполнения лабораторных работ. Зачет (8 семестр).

### **Задания для самостоятельного выполнения:**

В дисциплине «Биофизика» реализуются следующие виды самостоятельной работы студентов: самостоятельное изучение теоретического материала.

Самостоятельное изучение теоретического материала предполагает работу с учебной литературой; итогом работы являются конспект, схема, таблица.

На самостоятельное изучение в соответствии с тематикой лекций выносятся следующие вопросы.

1. Биофизика мембран. Биомембрана как универсальный компонент биологических систем. Методы исследования биомембран. Развитие представлений о структурной организации мембран. Биофизическая характеристика молекулярных компонентов мембран.

2. Свойства связанной воды, методы ее определения. Роль белков в связывании воды биоструктурами.

3. Иммунохимические методы с применением различного типа меток к антигенам и иммуноглобулинам (ферромагнитные, парамагнитные, изотопные, флуоресцентные, ферментные).

4. Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны. Методы исследования проницаемости. Облегченная диффузия, ее основные свойства и отличия от простой диффузии. Электрогенный и нейтральный транспорт.

5. Фотохимические процессы в растениях, фотосинтез. Основная характеристика начальных стадий фотосинтеза. Общая схема первичных процессов фотосинтеза. Миграция энергии в светособирающей антенне. Эффект Эммерсона. Изменение заряда светособирающего комплекса и перераспределение энергии.

6. Биоэлектрические явления. Классификация биопотенциалов. Характеристика ионных и электродных биопотенциалов. Осмотическая влага. Измерение потенциала действия в нейроне и других клетках: методические подходы. Patch Clamp техника исследования. Образование двойного электрического слоя. Общая характеристика преобразования энергии в биомембранах.

7. Биофизика сократительных систем. Основные типы сократительных и подвижных систем. Биофизическая характеристика мышечных и не мышечных сократительных белков. Основные свойства поперечно-полосатой мышцы как механохимического преобразователя энергии. Молекулярный механизм мышечного сокращения. Основные особенности строения не мышечных сократительных систем, молекулярный механизм их подвижности.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
ДВФУ

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
по дисциплине «Биофизика»  
Направление подготовки 06.03.01 Биология  
Профиль «Микробиология»  
Форма подготовки очная

Владивосток  
2017

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<b>ОПК-5</b> способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	Знает	современные проблемы биологии и фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.
	Умеет	использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.
	Владеет	навыками использования фундаментальных биологических представлений в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач
<b>ОПК-6</b> способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой	Знает	особенности проведения научного исследования, выполнения всех необходимых его этапов, российский и зарубежный опыт в данной области
	Умеет	выявлять и обосновывать актуальные проблемы для исследований, самостоятельно их проводить, разрабатывать методологию, анализировать и презентовать результаты
	Владеет	технологиями выявления актуальных проблем для исследований, самостоятельного их проведения, разработки методики, анализа и презентации результатов
<b>ОПК-14</b> способность и готовностью вести дискуссию по социально- значимым проблемам биологии и экологии	Знает	формы представления научных результатов
	Умеет	выполнять исследовательскую работу, опираясь на имеющийся российский и зарубежный опыт в данной области
	Владеет	навыками самостоятельного проведения научного исследования, выполнения всех необходимых его этапов, опираясь на имеющийся российский и зарубежный опыт в данной области



<p><b>ПК-4</b> - знания основ биологии и биотехнологии для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий</p>	Знает	Современные тренды развития биофизической науки. Ориентируется в наиболее перспективных тенденциях внедрения достижений биофизической науки
	Умеет	Пользоваться разнообразными информационными ресурсами биофизического профиля для ориентации в перспективах внедрения в биомедицинскую практику инновационных достижений биофизической науки
	Владеет	знанием основ биологии и биотехнологии.

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
<b>Семестр 8</b>					
1	<b>Раздел I Молекулярная Биофизика (18 час.)</b>	ПК-4 ОПК-5 ОПК-6 ОПК-14	знает	УО	Вопросы к зачету
			Умеет	ЛР-1	
			Владеет	ЛР-1	
			Умеет	ЛР-1-4	
			Владеет		
			Умеет		
			Владеет		
			Владеет		
<b>Семестр 8</b>					
2	<b>Раздел II. Биофизика клетки (18 час.)</b>	ПК-4 ОПК-5 ОПК-6 ОПК-14	знает		Вопросы к зачету
			Умеет		
			Владеет		
			Умеет	ЛР-11,12	
			Владеет	ЛР-11,12	

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
<b>ОПК-5</b> способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	Знает	современные проблемы биологии и фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.	Дает аргументированный ответ	Аргументировать свой ответ на устном опросе, в водах к лабораторным работам и итоговой аттестации
	Умеет	использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач.	Навыками обращения с общелабораторным оборудованием и посудой	Выполнение лабораторных работ в соответствии с методическими указаниями
	Владеет	навыками использования	Обращаться с общелабораторным	Выполнение лабораторных

		фундаментальных биологических представлений в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач	ым оборудованием и посудой	работ в соответствии с методическими указаниями
<b>ОПК-6</b> способность применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой	Знает	особенности проведения научного исследования, выполнения всех необходимых его этапов, российский и зарубежный опыт в данной области	Способность сформулировать выводы к поставленным задачам на лабораторных работах	Выполнение лабораторных работ в соответствии с методическими указаниями
	Умеет	выявлять и обосновывать актуальные проблемы для исследований, самостоятельно их проводить, разрабатывать методологию, анализировать и презентовать результаты	Демонстрирует знание содержания и особенностей процессов самоорганизации и самообразования, но дает неполное обоснование соответствия выбранных технологий реализации процессов целям профессионального роста.	Владеет полной системой знаний о содержании, особенностях процессов самоорганизации и самообразования, аргументированно обосновывает принятые решения при выборе технологий их реализации с учетом целей профессионального и личностного развития.
	Владеет	технологиями выявления актуальных проблем для исследований, самостоятельного их проведения, разработки методики, анализа и презентации результатов	демонстрирует владение материалом лекционного курса и основной и дополнительной литературы, знание и понимание терминов	Правильное оформление лабораторных работ, способность анализа полученных результатов с учетом знаний о принципах организации знания принципов организации биологических объектов.
<b>ОПК-14</b> способность и готовностью вести дискуссию по социально-	Знает	формы представления научных результатов	Дает аргументированный ответ	Аргументировать свой ответ на устном опросе, в водах к лабораторным работам и

значимым проблемам биологии и экологии				итоговой аттестации
	Умеет	выполнять исследовательскую работу, опираясь на имеющийся российский и зарубежный опыт в данной области	Навыками обращения с общелабораторным оборудованием и посудой	Выполнение лабораторных работ в соответствии с методическими указаниями
	Владеет	навыками самостоятельного проведения научного исследования, выполнения всех необходимых его этапов, опираясь на имеющийся российский и зарубежный опыт в данной области	Обращаться с общелабораторным оборудованием и посудой	Выполнение лабораторных работ в соответствии с методическими указаниями
<b>ПК-4</b> - знания основ биологии и биотехнологии и для вхождения в профессиональное поле разработки инновационных технологий	Знает	Современные тренды развития биофизической науки. Ориентируется в наиболее перспективных тенденциях внедрения достижений биофизической науки	Способность сформулировать выводы к поставленным задачам на лабораторных работах	Выполнение лабораторных работ в соответствии с методическими указаниями
	Умеет	Пользоваться разнообразными информационными ресурсами биофизического профиля для ориентации в перспективах внедрения в биомедицинскую практику инновационных достижений биофизической науки	Демонстрирует знание содержания и особенностей процессов самоорганизации и самообразования, но дает неполное обоснование соответствия выбранных технологий реализации процессов целям профессионального роста.	Владеет полной системой знаний о содержании, особенностях процессов самоорганизации и самообразования, аргументированно обосновывает принятые решения при выборе технологий их реализации с учетом целей профессионального и личностного развития.
	Владеет	знанием основ биологии и биотехнологии.	демонстрирует владение материалом лекционного курса и основной и дополнительной литературы, знание и	Правильное оформление лабораторных работ, способность анализа полученных результатов с учетом знаний о

			понимание терминов	принципах организации знания принципов организации биологических объектов.
--	--	--	--------------------	--

**Список вопросов к зачету:**

1. Первый закон термодинамики. Энергия биологических систем. Характеристика преобразования энергии в биомембранах.
2. Сформулируйте постулат Пригожина.
3. Основные функции биологических мембран.
4. Опишите методы регистрации изменений клеточных процессов и характеристики вязкости,
5. Опишите методы регистрации изменений мембранного потенциала, внутриклеточного или связанного содержания ионов.
6. Опишите методы получения и изучения биофизических свойств фрагментов клеточных мембран.
7. Закон Гесса, использование закона при исследовании биологических систем.
8. Второе начало термодинамики. Принцип адиабатической недостижимости некоторых состояний. Энтропия.
9. Энтропия равновесного и неравновесного процесса.
10. Энергия Гиббса, полезная работа, совершаемая системой. Полезная работа, совершаемая биологической системой.
11. Химический потенциал.
12. Что называется переключением триггерного типа? Силовое и параметрическое переключение триггера.
13. Исследование направления процесса в системе. Критерии самопроизвольности процесса.

14. Дайте определение диссипативных структур. Условия реализации стационарности в кинетике ферментативных процессов.
15. Охарактеризуйте отличия ферментативных и неферментативных реакций. Каков физический смысл константы Михаэлиса? Как экспериментально определить энергию активации реакции?
16. Осмотическое давление. Значение осмоса в биологических системах.
17. Равновесие Доннана. Примеры установления равновесия Доннана в биологической системе. Диализ.
18. Растворимость биологических макромолекул. Механизм реакций высаливания.
19. Зависимость константы равновесия и константы скорости реакции от температуры.
20. Электрохимический потенциал. Работа ионоселективных мембранных электродов.
13. Электрохимический потенциал: потенциал покоя и потенциал действия на мембране.
14. Статистический вес и энтропия системы.
15. Энтропия и количество информации в системе. Примеры расчетов количества информации, содержащейся на разных уровнях ее организации биологической системы.
16. Ценность информации, ее передача.
17. Изменения энтропии открытой системы. Организм, как открытая система. Сопряженные и сопрягающие реакции.
18. Соотношение Онзагера для нескольких взаимосвязанных процессов.
19. Теорема Пригожина, ее экспериментальные доказательства.
20. Порядок реакции. Уравнения реакций первого и второго порядков.
21. Анализ ферментной реакции.
22. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
23. Ингибирование ферментных реакций – конкурентное, неконкурентное и смешанное. Биологические примеры различных типов ингибирования.

Лечение рака, действие сульфаниламидов.

24. Аллостерия.

25. Регуляция скорости ферментной реакции: рН-регуляция, самоторможение субстратом, «биологические часы».

26. Основы фармакокинетики. Анализ действия фармакологических препаратов.

27. «Плохие» и «хорошие» конформации молекул.

28. Водородные связи и гидрофобные взаимодействия – общая характеристика.

29. Формирование водородных связей в молекулах нуклеиновых кислот. Таутомерия оснований.

30. Конформационные возможности сахаров и сахарофосфатного остова в составе нуклеиновых кислот.

31. Предпосылки построения двухспиральной структуры молекулы НК.

32. Формы ДНК.

33. Пространственные структуры РНК.

34. Третичная структура НК.

35. Метод построения упрощенных моделей НК.

36. Уровни структурной организации белковой молекулы.

37. Карты Рамачандрана.

38. Регулярные структуры полипептидной цепи.

39.  $\beta$ -структурные белки.

40.  $\alpha/\beta$ -структурные белки.

41.  $(\alpha+\beta)$  – структурные белки.

42. Принципы сворачивания белковых структур.

43. Основные понятия волнового движения.

44. Предел Рэлея: описание, основные методы. Исследование макромолекул методами рассеяния света. Эффект Доплера, использование в биологии.

45. Предел Томпсона: описание, методы. Принцип работы электронного микроскопа. Методы увеличения контрастности при электронно –

микроскопических исследованиях.

46. Предел Лоренца: описание, методы. Основы адсорбционной спектроскопии. Закон Ламберта – Бэра. Исследование биологических объектов методами адсорбционной спектроскопии.

47. Малоугловое рассеяние. Радиус инерции. Детальное описание размеров и формы макромолекулы.

48. Принципы ЯМР и ЭПР- методов. Примеры использования методов в биологических исследованиях.

49. Диффузия: описание, методы исследования. Определение формы макромолекул методами диффузии.

50. Иммунодиффузия – использование в лабораторной диагностике, виды иммунодиффузии.

51. Математическое описание электрофореза.

52. Методы электрофореза.

53. Движение под действием центробежных сил. Константа седиментации.

54. Корпускулярно-волновой дуализм.

55. Шкала электромагнитного излучения.

56. Радиоволны, ИК- и видимое излучения: характеристика, биологические эффекты.

57. УФ- излучение: характеристика, биологические эффекты.

58.  $\gamma$  – излучение. Биологические эффекты. Дозиметрия.

59. Поведение системы: анализ на фазовой плоскости.

60. Критерии устойчивости системы по Ляпунову.

61. Аналитический метод определения устойчивости системы.

62. Бифуркационная диаграмма, теория катастроф. Биологические примеры.

63. Моделирование сложных процессов при помощи систем дифференциальных уравнений.

64. Устойчивость стационарного состояния. Нахождение  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ .

65. Особые точки в зависимости от значения  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ .

66. Анализ модели автокаталитической реакции и экологической модели



Лотки-Вольтерры: нахождение  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ .

67. Физические принципы фотосинтеза.

68. Механизмы миграции энергии при фотосинтезе.

69. Туннельный механизм переноса электрона при фотосинтезе.

#### **Дополнительные вопросы к зачету по Биофизике.**

1. Предмет и задачи биофизики. Основные этапы истории развития биофизики от Аристотеля до наших дней. Ведущие научные организации биофизического профиля в России и за рубежом.
2. Первый закон термодинамики. Энергия. Система. Функция состояния.
3. Закон Гесса, использование закона при исследовании биологических систем.
4. Второе начало термодинамики. Принцип адиабатической недостижимости некоторых состояний. Энтропия.
5. Энтропия равновесного и неравновесного процесса.
6. Энергия Гиббса, полезная работа, совершаемая системой. Полезная работа, совершаемая биологической системой.
7. Химический потенциал.
8. Исследование направления процесса в системе. Критерии самопроизвольности процесса.
9. Осмотическое давление. Значение в биологических системах.
10. Равновесие Доннана. Примеры установления равновесия Доннана в биологической системе. Диализ.
11. Растворимость макромолекул. Высаливание.
12. Зависимость константы равновесия и константы скорости реакции от температуры.
13. Электрохимический потенциал. Работа ионоселективных мембранных электродов.
14. Электрохимический потенциал: потенциал покоя и потенциал действия на мембране.
15. Энтропия и количество информации в системе. Примеры расчетов количества информации, содержащейся на разных уровнях ее организации биологической системы.
16. Изменения энтропии открытой системы. Организм, как открытая система. Сопряженные и сопрягающие реакции.
17. Теорема Пригожина, ее экспериментальные доказательства.
18. Анализ ферментной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
19. Ингибирование ферментных реакций – конкурентное, неконкурентное и смешанное.

Биологические примеры различных типов ингибирования. Аллостерия.

20. Регуляция скорости ферментной реакции: рН-регуляция, самоторможение субстратом, «биологические часы».
21. Водородные связи и гидрофобные взаимодействия – общая характеристика. Формирование водородных связей в молекулах нуклеиновых кислот. Таутомерия оснований.
22. Формы ДНК.
23. Пространственные структуры РНК. Третичная структура НК.
24. Уровни структурной организации белковой молекулы. Принципы сворачивания белковых структур.
25. Основные понятия волнового движения.
26. Исследование макромолекул методами рассеяния света. Эффект Доплера, использование в биологии.
27. Принцип работы электронного микроскопа. Методы увеличения контрастности при электронно – микроскопических исследованиях.
28. Основы адсорбционной спектроскопии. Закон Ламберта – Бэра. Исследование биологических объектов методами адсорбционной спектроскопии.
29. Принципы ЯМР и ЭПР- методов. Примеры использования методов в биологических исследованиях.
30. Диффузия: описание, методы исследования. Определение формы макромолекул методами диффузии. Иммунодиффузия – использование в лабораторной диагностике, виды иммунодиффузии.
31. Методы электрофореза.
32. Движение под действием центробежных сил. Константа седиментации.
33. Корпускулярно-волновой дуализм.
34. Шкала электромагнитного излучения. Радиоволны, ИК- и видимое излучения: характеристика, биологические эффекты.
35. УФ- излучение: характеристика, биологические эффекты.
36.  $\gamma$  – излучение. Биологические эффекты. Дозиметрия.
37. Моделирование сложных процессов при помощи систем дифференциальных уравнений.
38. Физические принципы фотосинтеза.
39. Механизмы миграции энергии при фотосинтезе. Туннельный механизм переноса электрона при фотосинтезе.
40. Термодинамика биологических процессов. Классификация термодинамических

систем. Дать характеристику открытых, закрытых и изолированных термодинамических систем. Первый и второй законы термодинамики и их применение в биологии.

41. . Линейные и нелинейные процессы. Стационарные состояния биологических систем. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний.

42. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные режимы. Представления о пространственно неоднородных стационарных состояниях (диссипативных структурах) и условиях их образования. Гистерезисные явления.

43. Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние модификаторов на кинетику ферментативных реакций.

44. Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров.

45. Основные особенности кинетики биологических процессов.

46. Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния.

47. Термодинамические характеристики молекулярно-энергетических процессов в биосистемах. Нелинейная термодинамика.

48. Связь энтропии и информации в биологических системах.

49. Условия стабильности конфигурации биологических макромолекул. Фазовые переходы.

50. Водородные связи: силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия. Факторы стабилизации биологических макромолекул, надмолекулярных структур и биомембран.

51. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных и глобулярных белков,

52. Методы изучения конформационной подвижности: флуоресцентные и люминесцентные методы, ЭПР, гамма-резонансная спектроскопия, ЯМР, изотопы.

53. Люминесценция биологически важных молекул. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет-триплетный переносы, миграция экситона.

54. Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах. Перенос электрона в биоструктурах. Туннельный эффект.

55. Механизмы ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе.

56. Структура и принципы функционирования биологических мембран. Физико-химические механизмы стабилизации мембран.
57. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика структурных элементов мембраны. Белок-липидные взаимодействия. Вода как составной элемент биомембран.
58. Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы.
59. Фазовые переходы в мембранных структурах. Вращательная и трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков.
60. Влияние внешних факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран.
61. Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Дисперсия электропроводности, емкости, диэлектрической проницаемости.
62. Особенности структуры живых клеток и тканей, лежащие в основе их электрических свойств.
63. Свободные радикалы при ПОЛ в мембранах и других клеточных структурах. 26. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах. Роль активных форм кислорода. Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль.
64. Характеристика процессов транспорта веществ через биомембраны. Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны. Биоэлектрогенез
65. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Ионное равновесие на границе мембрана-раствор. Профили потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Равновесие Доннана. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка.
66. Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды. Простая диффузия. Ограниченная диффузия. Связь проницаемости мембран с растворимостью проникающих веществ в липидах. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот через мембраны с участием переносчиков. Пиноцитоз.
67. Потенциал покоя, его происхождение. Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов. Участие АТФаз в активном транспорте ионов через биологические мембраны. Ионные каналы; теория однорядного транспорта. Ионофоры: переносчики и каналобразующие агенты. Ионная селективность мембран (термодинамический и кинетический подходы). Модель параллельно функционирующих пассивных и активных

путей переноса ионов.

68. Потенциал действия. Роль ионов Na и K в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах; роль ионов Ca и Cl в генерации потенциала действия у других объектов. Кинетика изменений потоков ионов при возбуждении. Механизмы активации и инактивации каналов.

69. Описание ионных токов в модели Ходжкина-Хаксли. Воротные токи.

70. Распространение возбуждения. Кабельные свойства нервных волокон. Проведение импульса по немиелиновым и миелиновым волокнам. Математические модели процесса распространения нервного импульса. Физико-химические процессы в нервных волокнах при проведении рядов импульсов (ритмическое возбуждение). Энергообеспечение процессов распространения возбуждения.

71. Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения. Связь транспорта ионов и процесса переноса электрона в хлоропластах и митохондриях. Локализация электронтранспортных цепей в мембране; структурные аспекты функционирования связанных с мембраной переносчиков; асимметрия мембраны.

72. История возникновения и основные положения теории Митчела; электрохимический градиент протонов; энергезированное состояние мембран; роль векторной H<sup>+</sup>-АТФазы.

Сопрягающие комплексы, их локализация в мембране; функции отдельных субъединиц; конформационные перестройки в процессе образования макроэрга.

73. Бактериородопсин как молекулярный фотоэлектрический генератор. Физические аспекты и модели энергетического сопряжения.

74. Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц.

75. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем.

76. Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла.

77. Биофизика рецепции. Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодействия лигандов с рецепторами; равновесное связывание гормонов. Роль структуры плазматической мембраны в процессе передачи гормонального сигнала.

78. Рецептор-опосредованный внутриклеточный транспорт. Представления о цитоплазматическом-ядерном транспорте. Методы исследования гормональных рецепторов.

79. Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного (генераторного)

потенциала. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Место рецепторных процессов в работе сенсорных систем.

80. Фоторецепция. Строение зрительной клетки. Молекулярная организация фоторецепторной мембраны; динамика молекулы зрительного пигмента в мембране. Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; фотохимические превращения родопсина. Ранние и поздние рецепторные потенциалы. Механизмы генерации позднего рецепторного потенциала.

81. Механорецепция. Рецепторные окончания кожи, проприорецепторы. Механорецепторы органов чувств: органы боковой линии, вестибулярный аппарат, кортиева орган внутреннего уха. Общие представления о работе органа слуха. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал.

82. Электрорецепция.

83. Хеморецепция. Обоняние. Восприятие запахов: пороги, классификация запахов.

Вкус. Вкусовые качества. Строение вкусовых клеток, проблема вкусовых рецепторных белков.

84. Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.

85. Механизмы трансформации энергии в первичных фотобиологических процессах

Взаимодействие квантов с молекулами.. Первичные фотохимические реакции.

Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Кинетика фотобиологических процессов.

86. Проблемы разделения зарядов и переноса электрона в первичном фотобиологическом процессе. Роль электронно-конформационных взаимодействий.

Биофизика фотосинтеза.

87. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран.

Фотосинтетическая единица. Два типа пигментных систем и две световые реакции.

Организация и функционирование фотореакционных центров. Проблемы первичного акта фотосинтеза. Электронно-конформационные взаимодействия. Фотоинформационный переход.

88. Кинетика и физические механизмы переноса электрона в электрон-транспортных цепях при фотосинтезе. Механизмы сопряжения окислительно-восстановительных реакций с трансмембранным переносом протона. Механизмы фотоингибирования.

Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина.

89. Фоторегуляторные и фотодеструктивные процессы.

Основные типы фоторегуляторных реакций растительных и микробных организмов: фотоморфогенез, фототропизм, фототаксис, фотоиндуцированный каротиногенез.

90. Спектры действия, природа фоторецепторных систем, механизмы первичных фотореакций.

91. Фитохром - универсальная фоторецепторная система регуляции метаболизма растений. Молекулярные свойства и спектральные характеристики фитохрома. Механизм обратимой фотоконверсии двух форм фитохрома. Понятие о фитохромных молекулах и фитохромном механизме фотоактивации ферментов.

92. Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном и мутагенном действии ультрафиолетового света. Фотосенсибилизированные и двухквантовые реакции при повреждении ДНК. Механизмы фотодинамических процессов. Защита ДНК некоторыми химическими соединениями.

93. Эффекты фоторепарации и фотозащиты. Ферментативный характер и молекулярный механизм фотореактивации. Роль фотоиндуцированного синтеза биологически активных соединений в процессе фотозащиты. Механизм фотосинергетических реакций при комбинированном действии разных длин волн ультрафиолетового света.

94. Электромагнитные излучения и поля в природе, технике и жизни человека  
Общая физическая характеристика ионизирующих и неионизирующих излучений.

95. Излучения как инструмент исследований структуры и свойств молекул. Гамма- и рентгеновские лучи. Рентгеноструктурный анализ, лучевая ультрамикрометрия, радиационно-химические методы. Ультрафиолетовое и видимое излучения.

96. Спектроскопия в УФ и видимой области. Лазерная спектроскопия, исследования электронно-вращательных спектров, фотохимические методы исследования.

97. Инфракрасное излучение, инфракрасная спектроскопия. Радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ НЧ. Микроволновая спектроскопия, спектроскопия ЭПР, ЯМР, диэлектрическая спектроскопия, методы электропроводности.

98. Использование различных видов излучений в медицине и сельском хозяйстве.

Специфика первичных (физических) механизмов действия различных видов излучений на молекулы. Поглощение и размен энергии. Конечный биологический эффект при действии ионизирующих и неионизирующих излучений на биологические объекты и системы.

Биологическое действие ионизирующих излучений

99. Первичные и начальные биологические процессы поглощения энергии ионизирующих излучений. Механизмы поглощения рентгеновских и гамма-излучений, нейтронов, заряженных частиц. Экспозиционные и поглощенные дозы излучений. Единицы активности радионуклеотидов. Единицы доз ионизирующих излучений. Фактор изменения

дозы облучения. Зависимость относительной биологической эффективности от линейных потерь энергии излучений.

100. Индивидуальные и стационарные дозиметры. Понятия "малые" и "большие" дозы радиации. Стохастические и статистические эффекты.

101. Инактивация молекул в результате прямого и непрямого действия ионизирующих излучений. Дозовые зависимости. Прямое действие радиации на ферменты, белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы. Первичные процессы, приводящие к инактивации макромолекул при прямом действии радиации. Первичные продукты радиолиза и дальнейшая судьба облученных макромолекул. Радиочувствительность молекул.

102. Радиолиз воды и липидов. Взаимодействие растворенных молекул с продуктами радиолиза растворителей. Эффект Дейла. Образование возбужденных молекул, ионов и радикалов. Количественная характеристика непрямого действия радиации в растворах. Роль модификаторов в радиолизе молекул.

103. Радиационная Биофизика клетки. Количественные характеристики гибели облученных клеток. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток. Апоптоз. Принцип попадания, концепция мишени. Эволюция этих понятий. Стохастические модели.

104. Основы микродозиметрии ионизирующих излучений. Первичные физико-химические процессы в облученной клетке. Анализ механизмов лучевого поражения клеток.

105. Роль молекулярных механизмов репарации ДНК и репарационных ферментов в лучевом поражении клетки.

106. Роль повреждения биологических мембран в радиационных нарушениях клетки. Окислительные процессы в липидах и антиокислительные системы, участвующие в первичных биофизических и последующих лучевых реакциях.

Восстановительные процессы при лучевом поражении клетки.

Модификация лучевого поражения клетки.

107. Радиационная Биофизика сложных систем. Временные и дозовые эффекты радиации. Сравнительная радиочувствительность биологических объектов и систем. Действие малых доз и хронического облучения. Отдаленные последствия малых доз радиации на организм. Особенности действия внешнего и инкорпорированного, общего и локального, острого и хронического, однократного и многократного облучения организмов разными типами радиации.

108. Этапы ответных реакций на острое облучение: физический, биофизический и общебиологический. Синдромы острого лучевого поражения: костно-мозговой, кишечный и церебральный. Критические органы и системы. Критические процессы лучевого



поражения. Лучевой токсический эффект. Роль биофизических исследований сложных систем в анализе первичных и последующих лучевых процессов. Проблема риска.

109. Факторы, модифицирующие лучевое поражение: радиопротекторы и радиосенсибилизаторы, их химическая природа и биологическое действие.

Эндогенный фон радиорезистентности. Лучевые реакции и стресс. Кислородный эффект и механизмы его проявления.

110. Особенности химической защиты организма от действия малых доз и хронического облучения.

111. Адаптация, устойчивость и надежность биологических систем разного уровня организации: клеток, организмов, популяций. Разнообразие ответных реакций индивидуумов в клеточных ансамблях и популяциях. Динамика энерго-массо обмена. Прогнозирование динамики численности популяции.

112. Классификация воздействий. Слабые (фоновые) воздействия. Космические и периодические воздействия. Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. Проблема озоновой дыры.

113. ЭМ-излучения космических и земных источников. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик и других объектов Вселенной. Циклы Солнечной активности, их влияние на Землю. Свет и биоритмы. Биологические часы.

114. Действие оптического излучения. Фотосинтез в море. Причины лимитирования первичной продукции. Фотоингибирование и фотодеструкция. Фоторегуляция роста растения. Оптические свойства листьев высших растений и спектральные методы оценки функционального состояния фотосинтетического аппарата.

115. Действие УФ-излучения. Молекулярные механизмы фотоповреждения ДНК при действии УФ излучения экологического диапазона. Клеточные системы репарации ДНК.

116. Фотоповреждение и фотореактивация микроорганизмов. Комбинированное действие излучения разных длин волн на клетку. Ферментативная реактивация. Молекулярные механизмы действия фотолиазы.

117. Окислительный стресс. Молекулярные механизмы повреждающего действия кислорода. Пути световой и темновой активации молекулярного кислорода.

118. Ферментативные и неферментативные реакции. Роль свободно-радикальных реакций и синглетного кислорода. Методы изучения окислительных деструктивных процессов в биологических системах. Природные фотосенсибилизаторы фотодеструктивных процессов. Повреждения растений при действии гербицидов, загрязнителей атмосферы, токсических веществ, заболеваний. Фагоцитоз и сверхчувствительность в связи с иммунитетом животных и растительных организмов. Старение растений, продукты

деградации липидов и пигментов.

118. Молекулярные механизмы адаптации живых организмов к экстремальным факторам внешней среды (температурам, освещению, засолению, действию ксенобиотиков, гипоксии и гипероксии).

119. Изучение спектров и кинетики индукции флуоресценции фотосинтезирующих организмов.

120. Замедленная флуоресценция зеленых растений.

121. Фотоиндуцированные изменения рН и редокс-потенциала в суспензии фотосинтезирующих объектов.

122. Изучение электрических свойств бислойных липидных мембран.

123. Потенциал покоя и потенциал действия одиночной клетки.

124. Исследование пассивных электрических свойств мышечной ткани.

125. Хемилюминесценция тканей растений и фагоцитирующих клеток животных.

126. Метод электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

127. Флуорометрический метод измерения внутриклеточного рН.

128. Математическое моделирование динамики макромолекул.

129. Исследование состояния фотосинтетического аппарата растений методом импульсной флуоресценции.