

Белорусский государственный университет

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан биологического факультета

В.В. Лысак

«25» августа 2012 г.

Регистрационный № УД-541/25/р.

## **Биофизика**

**Учебная программа (рабочий вариант) для специальности:**

1-31 01 01 Биология;

1-33 01 01 Биоэкология

Факультет биологический  
(название факультета)

Кафедра биохимии  
(название кафедры)

Курс (курсы) 5

Семестр (семестры) 2

Лекции 28  
(количество часов)

Экзамен 9  
(семестр)

Практические (семинарские)  
занятия -  
(количество часов)

Зачет \_\_\_\_\_  
(семестр)

Лабораторные  
занятия 24  
(количество часов)

Курсовой проект (работа) – \_\_\_\_\_  
(семестр)

Всего аудиторных  
часов по дисциплине 52  
(количество часов)

Всего часов  
по дисциплине 156  
(количество часов)

Форма получения  
высшего образования дневная

Составил Новиков Д.А., к.б.н., доцент

2012 г.

Учебная программа (рабочий вариант) составлена на основе типовой программы “БИОФИЗИКА”, для специальности: 1-31 01 01 Биология; 1-33 01 01 Биоэкология 15.05.2011 г., регистрационный № ТДГ. 425 /тип

Рассмотрена и рекомендована к утверждению на заседании кафедры биохимии

Протокол № 8  
“12” сентября 2012 г.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) И.В. Семак  
(И.О.Фамилия)

Одобрена и рекомендована к утверждению Учебно-методической комиссией биологического факультета

29.05. 2012 г, протокол № 9  
(дата, номер протокола)

Председатель

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) В.Д. Поликсенова  
(И.О.Фамилия)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Биофизика как междисциплинарная наука, находящаяся на стыке биологии, физики, химии и математики, играет существенную роль в формировании мировоззрения современного биолога, дает базу для глубокого усвоения других дисциплин, относящихся к разделу физико-химической биологии и биотехнологии. Современная биофизика стремительно развивается, ее достижения способствуют переходу биологии на качественно более высокий атомно-молекулярный уровень исследования.

Современную биофизику можно определить как физику явлений жизни, изучаемых на всех уровнях, начиная от молекулярного и клеточного уровня и до биосферного. Широкое развитие биофизики в настоящее время стало возможным благодаря формированию собственной теоретической базы этой дисциплины.

Будучи частью физики, биофизика неотделима от биологии. Биофизик должен обладать и физическими, и биологическими знаниями. Для успешной работы в области биофизики необходимо общее понимание живой природы, определяемое знанием основ зоологии и ботаники, физиологии и экологии. Сегодня имеются все основания утверждать, что современная биофизика не встречается с границами своей применимости к рассмотрению биологических явлений. Вместе с тем очевидна необходимость введения новых физических представлений.

Несмотря на большие трудности, современная биофизика достигла крупных успехов в объяснении ряда биологических явлений. Стало известно многое о строении и свойствах биологически функциональных молекул, о свойствах и механизмах протекания процессов в клеточных структурах, таких как мембраны, механохимические системы. Успешно разрабатываются физико-математические модели биологических процессов, вплоть до онтогенеза и филогенеза. Реализованы общетеоретические подходы к явлениям жизни, основанные на термодинамике, теории информации, теории авторегуляции.

Поэтому эта дисциплина стала одним из необходимых элементов общего образования.

**Цель** настоящего курса – сформировать у студентов биологов представление о важнейших физических процессах, протекающих в живых организмах, основных принципах и теоретических положениях биофизики. Объяснить взаимосвязь физического и биологического аспектов функционирования живых систем. Формирование навыков биофизического подхода к экспериментальному исследованию биологических явлений и закономерностей.

**Задачи** освоение студентами основных принципов и теоретических положений биофизики. объяснение взаимосвязи физического и биологического аспектов функционирования живых систем. Приобретение студентами навыков биофизического подхода к экспериментальному исследованию биологических явлений и закономерностей.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**знать:**

- физические основы жизнедеятельности, включая химическое строение и свойства природных соединений и их комплексов, основные закономерности протекания биологических процессов с точки зрения термодинамики, механизмы их регуляции, биофизические механизмы реализации генетической информации;
- теоретическую и практическую значимость биофизики, взаимосвязь с другими естественными науками;
- новейшие достижения в области биофизики и перспективы их использования в различных областях народного хозяйства, медицины

**уметь:**

- использовать знания биофизики для объяснения важнейших физиологических процессов, протекающих в живых организмах, как в норме, так и при возникновении патологии;

- использовать биофизические методы исследований в экспериментальной биологии.

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА «Биофизика»**

Изучение курса проводится по блочно-модульному принципу с выделением десяти основных блоков (модулей). 1. Введение, 2. Термодинамика биологических процессов, 3. Кинетика биологических процессов, 4. Пути преобразования энергии в клетке, 5. Фотобиологические процессы, 6. Молекулярная биофизика, 7. Биофизика биологических мембран, 8. Проницаемость клеток и тканей, 9. Биоэлектрические явления, 10. Биофизика сократительных систем.

При чтении лекционного курса необходимо применять технические средства обучения для демонстрации слайдов и презентаций, наглядные материалы в виде таблиц и схем.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Теоретические положения лекционного курса развиваются и закрепляются на лабораторных занятиях, при выполнении которых студенты приобретают навыки анализа биологических процессов с точки зрения биофизики

Эффективность самостоятельной работы студентов проверяется в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового компьютерного контроля по темам и разделам курса. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала используется накопительная рейтинговая системы.

Программа рассчитана на 156 часов в том числе аудиторных часов – 54, из них лекционных – 28, лабораторных – 24, КСР – 2.

Учебные материалы предназначены для организации самостоятельной работы студентов и включает в себя типовую учебную программу курса, электронные версии учебников “Биофизика”, “Биофизическая химия” (в 3-х томах), “Лекции по биофизике”; перечень тем лабораторных занятий; перечень контролируемых мероприятий для рейтинговой оценки знаний студентов, вопросы и тесты для самоконтроля, перечень рефератов, список рекомендуемой литературы.

## **ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**

№ разделов и тем	Наименование разделов и тем	Аудиторные часы				Сам. Раб.
		Всего	Лекции	Лабораторные занятия	КСР	
1.	Введение	2	2			-
2.	Термодинамика биологических процессов	4	4	-	-	10
3.	Кинетика биологических процессов	8	4	4	-	10
4.	Пути преобразования энергии в клетке	4	2	-	2	17
5.	Фотобиологические процессы	2	2	-	-	10
6.	Молекулярная биофизика	12	4	8	-	15
7.	Биофизика биологических мембран	6	2	4	-	10
8.	Проницаемость клеток и тканей	8	4	4		10
9.	Биоэлектрические явления	6	2	4		10

10	Биофизика сократительных систем	2	2			10
<b>ИТОГО:</b>		<b>54</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>102</b>

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### Введение

Предмет и задачи биофизики. Уровни биофизических исследований; методы исследования и требования, предъявляемые к ним. Связь биофизики с другими науками: физикой, химией, биохимией, физиологией и молекулярной биологией. Границы и своеобразие проявления законов физики и химии в биологии; принцип качественной несводимости законов физики и биологии. Методологические вопросы биофизики: диалектический подход к вопросу о соотношении физических и биологических форм движения материи, принципы системного, функционально-структурного и исторического подхода к изучению природы биологических явлений. История развития биофизики. Задачи и перспективы развития современной биофизики. Значение биофизики для биологии, медицины, сельского хозяйства и биотехнологии.

### Термодинамика биологических систем

Предмет и задачи биологической термодинамики. Термодинамические системы, их классификация. Особенности живых организмов как термодинамических систем. Термодинамические функции, применяемые при анализе биологических процессов. Первый закон термодинамики в биологии. Экспериментальное доказательство его применимости к живым системам с помощью метода калориметрии. Закон Гесса как следствие 1-го закона термодинамики, его применимость к биопроцессам и практическое значение. Второй закон термодинамики в биологии. Стационарное состояние открытых систем, его сходство и отличия от термодинамического равновесия. Изменение энтропии и свободной энергии в открытых системах. Доказательство применимости 2-го закона термодинамики к биосистемам. Принцип минимума прироста энтропии (теорема Пригожина). Условия перехода живых систем на новый стационарный уровень. Устойчивость стационарных состояний. Термодинамика систем вдали от равновесия (нелинейная термодинамика); ее основные черты.

Применение термодинамики в биологии. Расчет термодинамических функций и энергетических эффектов химических реакций в биосистемах (энтропии, энтальпии, свободной энергии, коэффициентов полезного действия метаболических циклов). Свободная энергия Гельмгольца и Гиббса. Изменение стандартной свободной энергии и константа равновесия. Термодинамические характеристики важнейших молекулярно-энергетических процессов в биосистемах (окисление углеводов, липидов, фотосинтез и др.). Структура АТФ и других макроэнергетических соединений, их сравнительная энергетическая характеристика и участие в сопряжении экзергонических и эндэргонических стадий метаболизма - основном пути преобразования и запасаания энергии в организме. Типы аккумуляции и пути расходования энергии в живых системах.

### Кинетика биологических процессов

Предмет и задачи биокинетики, ее особенности. Описание кинетического поведения биосистем на различных уровнях биологической организации. Перевод химических уравнений в уравнения скорости реакций. Кинетика реакций нулевого, первого и второго порядка. Анализ последовательных (линейных) и разветвленных реакций. Обратимые и необратимые реакции, константа равновесия. Принцип "узкого места" в биологических процессах. Автокаталитические и цепные реакции в биосистемах, особенности их кинетики. Роль свободных радикалов в развитии цепных процессов.

Кинетика ферментативных реакций. Особенности ферментативного катализа. Формальная схема простейшей ферментативной реакции. Фермент-субстратный комплекс, методы его обнаружения. Графическое изображение зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата, температуры, рН и других факторов; определение оптимальных условий для действия фермента. Стационарная кинетика ферментативных

реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен и его алгебраическое преобразование для определения объединенной константы скорости. Строение, свойства и особенности кинетики аллостерических (регуляторных) ферментов, их участие в саморегулировании биопроцессов.

Ингибирование ферментов, его типы. Кинетическая модель для определения типа ингибирования ферментативных реакций. Практическое значение ингибирования.

Современное представление о механизме действия ферментов. Энергетическая схема ферментативной реакции. Модели ферментативного катализа. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе.

Влияние температуры на скорость биологических процессов. Применимость закона Аррениуса к биосистемам. Энергия активации ферментов и ее экспериментальное определение.

#### Молекулярная биофизика.

Предмет и задачи молекулярной биофизики; методы исследования. Биополимеры как основа организации биоструктур; своеобразие строения и функций биологических макромолекул.

Различные типы взаимодействий в полимерах (ковалентные связи, силы Ван-дер-Ваальса, электростатические и гидрофобные взаимодействия, водородные связи), их биофизическая характеристика.

Природа пептидной связи и ее основные свойства. Строение полипептидной цепи, внутреннее вращение и подвижность ее звеньев. Пространственная организация белковой молекулы. Разнообразие вторичных и третичных структур белка; сверхспирали. Соотношение  $\alpha$ -спиральных и  $\beta$ -структурных участков в молекуле. Домены в пространственной структуре белков. Роль ковалентных связей и слабых взаимодействий ближнего и дальнего порядка в самоорганизации белковой молекулы; предсказание пространственной структуры белков. Взаимодействие белков с растворителем. Гидратация. Состояние воды в биоструктурах. Фазовые переходы в белках; тепловая и химическая денатурация. Динамические свойства глобулярных белков; взаимодействие статистических и детерминистских факторов, определяющих динамическую подвижность белков. Методы изучения конформационной подвижности белков. Связь конформационной подвижности белковых молекул с их функциональными свойствами.

Особенности структуры и пространственной организации нуклеиновых кислот (НК). Физические модели ДНК. Классификация НК по форме молекулы. Полиморфизм вторичной структуры НК (A, B, C, Z-формы); роль стэкинг-взаимодействий и других факторов в стабилизации пространственной структуры НК. Особенности вторичной и третичной структуры т-РНК. Сверхспиральные структуры ДНК.

Взаимодействие НК с растворителем. Фазовые переходы спираль клубок денатурация и ренатурация НК, факторы денатурации. Качественные и количественные характеристики денатурации. Метод молекулярной гибридизации ДНК, его биологическое значение. Физические свойства НК. Вязкость НК.

Физико-химическая характеристика липидов. Перекисное окисление липидов. Участие липидов в процессах внутриклеточной сигнализации.

#### Биофизика мембран

Биомембрана как универсальный компонент биологических систем. Методы исследования биомембран. Развитие представлений о структурной организации мембран. Биофизическая характеристика молекулярных компонентов мембран: белков, липидов, углеводов и их комплексов. Вода как составной компонент биомембран. Свойства связанной воды, методы ее определения. Роль белков в связывании воды биоструктурами. Биомембрана как надмолекулярная структура. Типы межмолекулярных взаимодействий в мембранах, их природа и роль в стабилизации мембранных структур. Основные типы моделей, предложенных в мембранологии для объяснения строения и функционирования мембран. Жидкостно-мозаичная модель, ее основные характеристики. Физические свойства биомембран. Подвижность компонентов биомембраны. Вращательное движение, латеральная и вертикальная диффузия мембранных липидов. Подвижность мембранных белков. Фазовые переходы в мембранах. Жидкие кристаллы в структуре мембран, их свойства. Кооперативные

переходы мембран, факторы, инициирующие их (температура, свет, элетрическое поле, химические вещества). Понятие о доменной структуре мембран. Функции биологических мембран.

Искусственные мембраны. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные липидные мембраны. Липосомы и протеолипосомы. Механизмы взаимодействия липосом с биомембранами. Свойства искусственных мембран, их сходство и отличия от природных мембран, практическое использование в биологии и медицине.

#### Биофизика процессов транспорта веществ через биомембраны

Проблема проницаемости веществ через биомембраны. Методы исследования проницаемости. Типы транспорта веществ через биомембрану. Пассивный транспорт (диффузия). Движущая сила диффузии. Уравнение диффузии Фика. Зависимость проницаемости мембран от растворимости в воде и липидах. Аквапорины. Проницаемость мембран для воды и нейтральных молекул. Проницаемость мембран для ионов. Факторы, влияющие на скорость пассивного транспорта ионов. Электрохимический потенциал. Механизмы прохождения ионов через мембрану. Ионный транспорт в каналах. Современное представление о строении и функционировании каналов. Селективность каналов. Индуцированный ионный транспорт, его моделирование на липосомах и плоских бислойных липидных мембранах. Ионофоры: подвижные переносчики и каналобразующие вещества.

Облегченная диффузия, ее основные свойства и отличия от простой диффузии. Транслокация радикалов как тип транспорта веществ, его механизмы и роль в доставке в клетку сахаров, аминокислот и других метаболитов.

Активный транспорт молекул и ионов, его отличие от облегченной диффузии. Свойства и функции активного транспорта. Термодинамика активного переноса молекул и ионов. Механизмы активного транспорта. Электрогенный и нейтральный транспорт. Первичный и вторичный активный транспорт. Транспортные АТФ-азы, их краткая характеристика и классификация. Строение и механизм действия Na-K-насоса. Активный транспорт  $Ca^{2+}$  и протонов. Модели параллельно функционирующих пассивных и активных каналов.

Специальные механизмы транспорта веществ через биомембрану (эндо- и экзоцитоз, перенос ДНК и др.).

#### Биоэлектрические явления.

Краткая история открытия и изучения биоэлектрических явлений. Классификация биопотенциалов. Характеристика ионных и электродных биопотенциалов. Потенциал покоя, его происхождение. Потенциал действия. Современное представление о генерации нервного импульса. Модель Ходжкина-Хаксли. Измерение потенциала действия в нерве. Асимметричное распределение ионов по обе стороны мембраны как основа возникновения биопотенциалов. Факторы, определяющие величину мембранного потенциала. Равновесие Доннана. Транспорт ионов в возбудимых мембранах. Распространение нервного импульса по миелиновым и немиелиновым нервным волокнам. Энергообеспечение процессов распространения возбуждения. Векторный характер передачи электрических сигналов, его механизм. Значение регистрации биопотенциалов для биологии и медицины.

Электрокинетические явления. Образование двойного электрического слоя. Факторы, определяющие величину электрокинетического потенциала. Применение микроэлектродфореза для оценки электрического потенциала мембран клеток в норме и при патологии. Примеры других электрокинетических явлений.

#### Молекулярные механизмы процессов энергетического сопряжения.

Общая характеристика преобразования энергии в биомембранах. Сопрягающие комплексы, их локализация в митохондриальной и фотосинтетической мембране хлоропластов. Строение и условия функционирования различных цепей переноса электронов (ЦПЭ) в биомембранах. Окислительно-восстановительный потенциал переносчиков электронов, его измерение (уравнение Нернста). Особенности и биологическое значение транспорта электронов. Сходства и отличия ЦПЭ в митохондриях и хлоропластах. Экзэргоническая и эндэргоническая стадии окислительного фосфорилирования, КПД

этого процесса. Теории, объясняющие механизм мембранного фосфорилирования. Основные положения теории П.Митчела. Электрохимический потенциал ионов водорода. Состав протонной АТФ-азы. Механизм энергетического сопряжения (образование и гидролиз АТФ). Следствия хемиосмотической теории. Другие переносчики ионов как молекулярные преобразователи энергии, генерирующие АТФ. Обобщенная схема трансформации энергии в клетке.

#### Биофизика сократительных систем.

Общая характеристика механохимических процессов. Основные типы сократительных и подвижных систем. Биофизическая характеристика мышечных и неммышечных сократительных белков (актина, миозина, тропомиозина, тубулина, флагеллина и др.). Основные свойства поперечно-полосатой мышцы как механохимического преобразователя энергии; структура саркомеров, ее изменение при сокращении. Молекулярный механизм мышечного сокращения, его регуляция. Энергообеспечение мышечного сокращения; значение опытов В.Энгельгардта и М.Любимовой. Теории, объясняющие механизм сокращения. Основные особенности строения неммышечных сократительных систем, молекулярный механизм их подвижности.

#### Биофизика фотобиологических процессов

Общая характеристика и классификация фотобиологических процессов и их стадий. Применимость законов физики и фотохимии к фотобиологическим процессам. Поглощение света биомолекулами. Закон Ламберта-Бэра. Механизм поглощения света. Закономерности перехода фотоэлектрона на возбужденный уровень. Спектры поглощения биомолекул. Оптические свойства белков и нуклеиновых кислот: поглощение света, оптическая активность, дисперсия оптического вращения, круговой дихроизм, природа гипохромного и гиперхромного эффектов. Пути дезактивации молекул, возбужденных светом. Люминесценция, ее виды и основные физические характеристики: спектры испускания, квантовый выход, длительность свечения. Биолюминесценция и сверхслабое свечение объектов (биохемиллюминесценция). Миграция энергии в биосистемах, ее механизмы: индуктивно-резонансный, экситонный, обменно-резонансный, полупроводниковый.

Типы фотохимических реакций; одно- и двухквантовые реакции. Спектры действия фотобиологических процессов.

Биофизика фотосинтеза. Физический смысл фотосинтеза. Превращение энергии в первичных процессах фотосинтеза. Транспорт электронов и фотофосфорилирование. Термодинамика фотосинтеза, квантовый выход и квантовый расход, КПД превращения световой энергии в химическую.

Бактериородопсиновый фотосинтез: физический и биологический смысл, последовательность энергетических превращений, молекулярный механизм.

Фотодеструктивные процессы. Фотохимические реакции при действии ультрафиолетовых излучений на нуклеиновые кислоты. Молекулярные механизмы действия ультрафиолетовых излучений на белки и липиды. Биологическое значение фотоповреждений молекул. Фотосенсибилизация и фотозащита; световая и темновая репарация.

Основные физические характеристики и биологическое действие лазерного излучения. Роль двухквантовых реакций. Лазерные методы исследования.

#### Регуляция биологических процессов.

Основные понятия теории информации. Связь энтропии и информации в биологических системах. Количество биологической информации, ее ценность. Приложение теории информации к биопроцессам: генетический код, информационная характеристика структуры белков и др. Понятие о биокибернетике. Принципы авторегулирования биологических процессов (положительная и отрицательная обратная связь, автоколебания, биоритмы). Роль биологических триггеров в регулировании метаболизма.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов				Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		лекции	практические (семинарские) занятия	лабораторные занятия	управляемая самостоятельная работа студента			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Введение:</b> Предмет и задачи биофизики, проблемы, этапы развития, перспективы и направления развития.	<b>28</b> <b>2</b>				Слайды для графопроектора, доска, мел	ЛО 1 ЛД 1,2,3,4,6,7	<b>экзамен</b>
2.	<b>Термодинамика биологических процессов</b> Термодинамические системы. 1 закон термодинамики, его применимость к биологическим системам. Закон Гесса и его значение. Второй закон термодинамики в приложении к биосистемам. Стационарное состояние и термодинамическое равновесие. Расчеты изменений свободной энергии и энтропии. Термодинамическое сопряжение реакций, особенности протекания законов термодинамики в биологии.	<b>4</b>				Слайды для графопроектора, Поясняющие рисунки на доске.	ЛО 1,3 ЛД 3,4,6,7,10	
3.	<b>Кинетика биологических процессов.</b> Элементарные кинетические уравнения. Молекулярность и порядок реакций. Особенности кинетики биологических процессов. Зависимость скорости реакций от концентрации веществ и температуры. Коэффициент Ван-Гоффа. Энергия активации и ее определение. Зависимость скорости реакции от природы катализатора. Кинетика ферментативных процессов. Фермент-субстратный комплекс, методы его обнаружения. Графическое изображение зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата, температуры, pH и других факторов. Уравнение Михаэлиса-Ментен и его алгебраическое преобразование для определения объединенной константы скорости. Кинетико-графический анализ типов ингибирования.	<b>4</b>		<b>4</b>		Слайды для графопроектора. Поясняющие рисунки на доске	ЛО 1-5 ЛД 3,4,6,7	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.	<b>Пути преобразования энергии в клетке.</b> Клетка как химическая машина. Термодинамическая характеристика основных процессов, связанных с преобразованием энергии.	2			2	Слайды для графопроектора. Поясняющие рисунки на доске	ЛО 1,3 ЛД 3,4,6,7,10	
5.	<b>Фотобиологические процессы.</b> Классификация фотобиологических процессов. Фотохимические реакции. Световая и темновая фазы фотосинтеза. Механизм взаимодействия света с веществом. Возбужденное состояние молекул. Механизмы поглощения света веществом. Флюоресценция и фосфорисценция, характеристика, свойства, значение.	2				Слайды для графопроектора	ЛО 1-5 ЛД 3,4,7	
6.	<b>Молекулярная биофизика</b> Предмет и задачи молекулярной биофизики; методы исследования. Различные типы взаимодействий в полимерах, их биофизическая характеристика. Пространственная организация белковой молекулы. Разнообразие вторичных и третичных структур белка; сверхспирали. Фазовые переходы в белках; тепловая и химическая денатурация. Механизм, термодинамическая характеристика. Физические модели ДНК. Полиморфизм вторичной структуры НК. Фазовые переходы спираль клубок денатурация и ренатурация НК, факторы денатурации. Качественные и количественные характеристики денатурации. Метод молекулярной гибридизации ДНК, его биологическое значение. Физические свойства НК.	4		8		Слайды для графопроектора Поясняющие рисунки на доске	ЛО 1-5 ЛД 3,4,6	
7.	<b>Биофизика мембран.</b> Методы исследования биомембран. Развитие представлений о структурной организации мембран. Биофизическая характеристика молекулярных компонентов мембран: белков, липидов, углеводов и их комплексов. Вода как составной компонент биомембран. Жидкостно-мозаичная модель, ее основные характеристики. Физические свойства биомембран. Подвижность компонентов биомембраны. Фазовые переходы в мембранах. Жидкие кристаллы в структуре мембран, их свойства. Функции биологических мембран. Искусственные мембраны.	2		4		Слайды для графопроектора Поясняющие рисунки на доске	ЛО 1-5 ЛД 1,7,9	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8.	<p><b>Проницаемость клеток и тканей.</b>  Классификация и краткая характеристика типов транспорта веществ через биологические мембраны. Пассивный транспорт, его типы, механизмы. Проницаемость мембраны для воды и электролитов. Современное представление о строении и функционировании каналов. Селективность каналов. Свойства и функции активного транспорта. Термодинамика активного переноса молекул и ионов. Механизмы активного транспорта. Электрогенный и нейтральный транспорт. Первичный и вторичный активный транспорт. Транспортные АТФ-азы, их краткая характеристика и классификация. Специальные механизмы транспорта веществ через биомембрану</p>	4		4		Слайды для графопроектора Поясняющие рисунки на доске	ЛО 1-5 ЛД 3,6,8	
9.	<p><b>Биоэлектрические явления</b>  Общая характеристика и классификация биопотенциалов. Характеристика ионных и электродных биопотенциалов. Потенциал покоя, его происхождение. Потенциал действия. Современное представление о генерации нервного импульса. Факторы, определяющие величину мембранного потенциала. Распространение нервного импульса по миелиновым и немиелиновым нервным волокнам. Электрокинетические явления. Факторы, определяющие величину электрокинетического потенциала.</p>	2		4		Слайды для графопроектора Поясняющие рисунки на доске	ЛО 1-5 ЛД 1,2,10	
10.	<p><b>Биофизика сократительных систем</b>  Общая характеристика механохимических процессов. Основные типы сократительных и подвижных систем. Биофизическая характеристика мышечных и немышечных сократительных белков. Основные свойства поперечно-полосатой мышцы. Молекулярный механизм мышечного сокращения, его регуляция. Основные особенности строения немышечных сократительных систем, молекулярный механизм их подвижности</p>	2				Слайды для графопроектора Поясняющие рисунки на доске	ЛО 4,5 ЛД 1,2,7,8,11	

# ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

## Основная и дополнительная литература

№ № п/п	Список литературы	Год издания
	<b>Основная (ЛО)</b>	
1	<i>Рубин А. Б.</i> Биофизика. М.: Книжный дом “Университет”, Т. 1-2.	1999–2000
2	<i>Антонов В. Ф.</i> Биофизика. М.: Гум. издат. центр “Владос”,	2002
3	<i>Рубин А. Б.</i> Лекции по биофизике. М.: Изд-во Московского ун-та.	1994
4	<i>Костюк П. Г. и др.</i> Биофизика. Киев: Выща школа.	1988
5	<i>Конев С. В., Волотовский И. Д.</i> Фотобиология. Мн.: Изд-во Белорусского ун-та.	1979
	<b>Дополнительная (ЛД)</b>	
1	<i>Ремизов А.Н.</i> Медицинская и биологическая физика. М.: Медицина.	1987
2	<i>Кантор Ч., Шиммель П.</i> Биофизическая химия. Т.1-3, М.: Мир	1984-85
3	<i>Уильямс В. Уильямс Х.</i> Физическая химия для биологов. М.: Мир.	1976
4	<i>Плонси Р., Барр Р.</i> Биоэлектричество. Количественный подход. М.: Мир.	1992
5	<i>Зенгер В.</i> Принципы структурной организации нуклеиновых кислот. М.: Мир.	1989
6	<i>Тарусов Б.Н. и др.</i> Биофизика. М.: Высшая школа.	1968
7	<i>Антонов В.Ф., Коржуев А.В.</i> Физика и биофизика: Курс лекций для студентов медицинских вузов: Учебное пособие. М.: Гум. издат. центр “Владос”	2004
8	<i>Артюхов В.Г., Шмелева Т.А., Шмелев В.П.</i> Биофизика. - Изд. Воронежского университета	1994
9	<i>Журавлев А.Н. и др.</i> Основы физики и биофизики. Серия: Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений. 2005.	2005
10	<a href="http://www.biophys.msu.ru">www.biophys.msu.ru</a>	
11	<a href="http://bio-phys.narod.ru">http://bio-phys.narod.ru</a>	

### **ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

1. Кинетика биологических процессов (4 часа).
2. Проницаемость клеток и тканей (4 часа).
3. Поверхностное натяжение биологических жидкостей (4 часа).
4. Электрокинетические явления (4 часа).
5. Ионизационные методы анализа (4 часа).
6. Осмотическое давление биологических жидкостей (4 часа).

## КОНТРОЛЬ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

(темы)

1. Основные пути использования энергии в организме животных и человека.
2. Пути образования энергии в клетке.

### СТРУКТУРА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Итоговая оценка (минимум 4, максимум 10 баллов) определяется по формуле:

**Итоговая оценка** = **А** x 0,4 + **Б** x 0,6, где

**А** – средний балл по лабораторным занятиям и КСР,

**Б** – экзаменационный балл.

Итоговая оценка выставляется только в случае успешной сдачи экзамена (4 балла и выше).

### ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

<b>Название дисциплины, с которой требуется согласование</b>	<b>Название кафедры</b>	<b>Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине</b>	<b>Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)</b>
1.			

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ  
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
на \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

№№ п/п	Дополнения и изменения	Основания

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры биохимии (протокол №8 от 12 сентября 2012 г.)

Заведующий кафедрой

канд. биол. наук, доцент

(степень, звание)

\_\_\_\_\_

(подпись)

И.В. Семак

(И.О.Фамилия)

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета

канд. биол. наук, доцент

(степень, звание)

\_\_\_\_\_

(подпись)

В.В. Лысак

(И.О.Фамилия)