

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Талюцкий Д.А.

_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Биофизика БЗ.ДВ.2

Направление подготовки: 011800.62 - Радиофизика

Профиль подготовки: Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения)

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Котов Н.В.

Рецензент(ы):

Скоринкин А.И.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Овчинников М. Н.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No 66116

Казань
2016

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Котов Н.В. , Nicolaj.Kotov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Целью курса "Биофизика" является формирование у студентов представлений об основных явлениях, понятиях, законах и методах биофизики, навыков простейших практических расчетов, а также экспериментальной работы в лаборатории. В курсе излагаются основные закономерности биофизических явлений, формулируются законы биофизики и изучаются биофизические свойства систем биомолекул на основе модельных представлений, даются понятия биофизики мембран, белков, сложных молекулярных систем.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.2 Профессиональный" основной образовательной программы 011800.62 Радиофизика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина "Биофизика" относится к разделу "Курсы кафедры" профессионального цикла. Осваивается на 3 курсе (2 семестр). Изложение дисциплины непосредственно базируется на знании студентами физики, математики.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-10 (общекультурные компетенции)	способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
ОК-8 (общекультурные компетенции)	способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые профессиональные навыки
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки)

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

закономерности протекания процессов в сложных биофизических системах, структуру и динамику макромолекул, биофизику клетки

2. должен уметь:

ориентироваться в структуре знаний о физике живого

3. должен владеть:

навыками творческого обобщения полученных знаний, конкретного и объективного изложения своих знаний в письменной и устной форме. Радиофизическими методами исследования и моделирования биологических объектов. Понимать физические основы биологических процессов и обладать теоретическими знаниями анализа сложных систем.

Применять полученные знания на практике.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Кинетика биологических процессов.	8	1-4	4	4	0	коллоквиум
2.	Тема 2. Биофизика биологических макромолекул.	8	5-6	4	4	0	коллоквиум
3.	Тема 3. Биофизика мембран	8	7-8	6	4	0	устный опрос
4.	Тема 4. Электрокинетические явления	8	9	4	2	0	коллоквиум
5.	Тема 5. Транспорт ионов через мембрану	8	10	4	2	0	устный опрос
6.	Тема 6. Биофизика сократимых систем	8	11	4	2	0	устный опрос
7.	Тема 7. Молекулярные системы управления клеточными процессами	8	12-14	4	2	0	коллоквиум
8.	Тема 8. Иммунная система.	8	15-16	4	2	0	устный опрос
12.	Тема 12. Проблемы современной биофизики	8	17-18	2	2	0	устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	экзамен
	Итого			36	24	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Кинетика биологических процессов.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

История становления биофизики. Биофизика ? физика элементов живых объектов. Основные разделы биофизики: биофизика сложных систем, биофизика мембран, биофизика макромолекул. Системные представления биологических объектов. Общие принципы описания кинетического поведения биологических систем. Качественные исследования простейших моделей биологических систем. Типы поведения биологических систем. Биологические триггеры. Колебательные процессы в биологии. Процессы самоорганизации в распределенных биологических системах. Кинетика ферментативных процессов. Простейшие ферментативные реакции. Множественность стационарных состояний в ферментативных системах. Колебания в ферментативных системах. Ферменты, управляемые многоцентровыми молекулами. Термодинамика систем вдали от равновесия. Общие критерии устойчивости стационарных состояний. Термодинамика нелинейных кинетических систем. Энтропия, информация и биологическая упорядоченность.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Математическое моделирование ферментативной активности кальций кальмодулин зависимых ферментов.

Тема 2. Биофизика биологических макромолекул.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Пространственная конфигурация полимерных молекул. Статистический характер организации полимеров. Объемные взаимодействия и переходы глобула- клубок. Фазовые переходы в белках. Различные типы взаимодействий в макромолекулах. Взаимодействия Ван-дер-Ваальса. Водородные связи. Внутренние вращения и поворотная изомерия. Динамические свойства глобулярных белков. Структурные изменения белков. Конформационная подвижность белков по данным различных методов.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Расчет молекулярных форм белка кальмодулина.

Тема 3. Биофизика мембран

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Структурно-функциональная организация биологических мембран. Образование мембранных структур. Монослои. Жидкие кристаллы. Термодинамика процессов формирования и устойчивости мембран. Искусственные устойчивые мембраны. Транспорт веществ и биоэлектrogenез. Транспорт неэлектролитов. Диффузия. Облегченная диффузия. Транспорт ионов. Ионные равновесия.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Исследование проницаемости везикул.

Тема 4. Электрокинетические явления

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Электрохимический потенциал. Гидратация ионов. Ионное равновесие на границе раздела фаз. Профили потенциала и концентрации у границы раздела фаз. Двойной электрический слой. Профили потенциала и концентрации на границе раздела фаз. Электроосмос, электрофорез, потенциал течения, потенциал оседания.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ электрофоретической подвижности эритроцитов. Расчет плотности поверхностного заряда.

Тема 5. Транспорт ионов через мембрану

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Электродиффузионная теория транспорта ионов через мембрану. Уравнения электродиффузии Нернста-Планка. Приближение постоянного поля. Ионный транспорт в каналах. Дискретное описание транспорта. Блокировка и насыщение канала. Функции состояния канала. Транспорт в открытом канале. Теория селективности. Ионные каналы нервных волокон. Индуцированный ионный транспорт. Бислойные липидные мембраны. Подвижные переносчики. Каналообразующие агенты. Влияние поверхностного и дипольного потенциалов на скорость ионного транспорта. Потенциал действия. Ионные токи в мембране аксона. Описание ионных токов в модели Ходжкина Хиксли. Токи ворот. Кальциевая проводимость возбудимых мембран. Математические модели возбудимых мембран

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ математической модели Ходжкина - Хаксли. Расчет скорости движения нервного импульса.

Тема 6. Биофизика сократимых систем

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Скелетная и гладкомышечная мускулатура. Структуры изомера и их изменения при сокращении. Моделирование мышечного сокращения. Сигнальная система, управляющая сокращениями мышц.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Исследование нервно-мышечного препарата лягушки.

Тема 7. Молекулярные системы управления клеточными процессами

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Биофизика процессов рецепции. Общие закономерности рецепции. Особенности гормональной рецепции. Молекулярная система, управляющая двигательной активностью парameций. Молекулярная система, управляющая сворачиванием крови.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ математической модели сигнальной системы, управляющей движением парameций.

Тема 8. Иммунная система.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Молекулярные механизмы иммунитета. Механизмы дифференцировки Т клеток. Модели молекулярной системы, управляющей иммунитетом. Сигнальный модуль, построенный на CaMPK? CaN - переключатель со встроенным фильтром.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Исследование параметров фильтра кальциевых сигналов.

Тема 12. Проблемы современной биофизики

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Системное рассмотрение сигнальных систем клеток. Понятие системы. Система 1. Система 2. Проблемы современной биофизики

практическое занятие (2 часа(ов)):

Построение функциональных схем сигнальных систем клеток.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
---	-------------------	---------	-----------------	---------------------------------------	------------------------	---------------------------------------

1	Тема 1. Кинетика					
---	------------------	--	--	--	--	--

биологических процессов.

КОЛЛОКВИУМУ

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Биофизика биологических макромолекул.	8	5-6	подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
3.	Тема 3. Биофизика мембран	8	7-8	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Электрокинетические явления	8	9	подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
5.	Тема 5. Транспорт ионов через мембрану	8	10	подготовка к устному опросу	2	устный опрос
6.	Тема 6. Биофизика сократимых систем	8	11	подготовка к устному опросу	1	устный опрос
7.	Тема 7. Молекулярные системы управления клеточными процессами	8	12-14			
	Итого				21	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

В целом курс основан на стандартном методическом инструментарии высшей школы. Однако, поскольку он посвящен учебной дисциплине, находящейся на стыке нескольких наук (математика, физика, биология), при методической проработке курса большое внимание уделялось проблемам баланса между различными составляющими курса.

Освоение дисциплины "Биофизика" предполагает использование как традиционных (лекции, практические занятия с использованием методических материалов), так и инновационных образовательных технологий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: выполнение ряда практических заданий с использованием профессиональных программных средств создания и ведения электронных баз данных; мультимедийных программ, включающих подготовку и выступления студентов на семинарских занятиях с фото-, аудио и видеоматериалами по предложенной тематике.

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

Тема 1. Кинетика биологических процессов.

коллоквиум, примерные вопросы:

Общие принципы описания кинетического поведения биологических систем. Качественные исследования простейших моделей биологических систем. Типы поведения биологических систем. Биологические триггеры. Колебательные процессы в биологии.

Тема 2. Биофизика биологических макромолекул.

коллоквиум, примерные вопросы:

Внутренние вращения и поворотная изомерия. Динамические свойства глобулярных белков. Структурные изменения белков. Конформационная подвижность белков по данным различных методов.

Тема 3. Биофизика мембран

устный опрос , примерные вопросы:

Искусственные устойчивые мембраны. Транспорт веществ и биоэлектрогенез. Транспорт не электролитов. Диффузия. Облегченная диффузия. Транспорт ионов. Ионные равновесия.

Тема 4. Электрокинетические явления

коллоквиум , примерные вопросы:

Двойной электрический слой. Профили потенциала и концентрации на границе раздела фаз. Электроосмос, электрофорез, потенциал течения, потенциал оседания.

Тема 5. Транспорт ионов через мембрану

устный опрос , примерные вопросы:

Теория селективности. Ионные каналы нервных волокон. Индуцированный ионный транспорт. Бислойные липидные мембраны. Подвижные переносчики. Каналообразующие агенты.

Влияние поверхностного и дипольного потенциалов на скорость ионного транспорта.

Потенциал действия. Ионные токи в мембране аксона. Описание ионных токов в модели

Ходжкина Хиксли. Токи ворот. Кальциевая проводимость возбудимых мембран.

Математические модели возбудимых мембран

Тема 6. Биофизика сократимых систем

устный опрос , примерные вопросы:

Моделирование мышечного сокращения. Сигнальная система, управляющая сокращениями мышц.

Тема 7. Молекулярные системы управления клеточными процессами

Тема 8. Иммунная система.

Тема 12. Проблемы современной биофизики

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

ТЕСТЫ

Тестирование по курсу

"Биофизика"

1. Сколько особых точек имеет система дифференциальных уравнений, описывающая триггерное поведение?

- а) одна особая точка б) две особых точки
- в) три особых точки г) четыре особых точки

2. Когда возникают автоколебания в системе дифференциальных уравнений, описывающих биологические системы?

- а) одна устойчивая особая точка б) две устойчивых особых точки
- в) одна неустойчивая особая точка г) четыре устойчивых особых точки

3. Когда необходимо учитывать вклад диффузионной составляющей при анализе биологических систем?

- а) когда характерное время установления диффузионного равновесия в объекте на много меньше характерно времени исследуемого процесса;
- б) когда характерное время установления диффузионного равновесия в объекте на много больше характерно времени исследуемого процесса;
- в) когда характерное время установления диффузионного равновесия в объекте равно характерному времени исследуемого процесса;

4. Где константа Михаэлиса в уравнении

?

а) б)

в) г)

5. Что такое фермент?

а) катализатор б) ингибитор

- в) блокатор г) супрессор
6. Сколько стационарных состояний может быть в ферментативных системах?
- а) одно;
б) два;
в) несколько.
7. Сколько монослоев в цитоплазматической мембране?
- а) один;
б) два;
в) несколько.
8. Являются ли биологические мембраны жидкими кристаллами?
- а) нет, это твердое тело;
б) да, это жидкий кристалл;
в) нет, это жидкость.
9. Как транспортируются кислород, углекислый газ через биологические мембраны?
- а) через липидный матрикс;
б) через специализированные белковые каналы (аквапорины);
в) через липидный матрикс и аквапорины.
10. Как изменится электрохимический потенциал иона калия, если его концентрация увеличится в два раза?
- а) в два раза б) в три раза
в) в раз
11. Что произойдет с клетками, если в питательную среду добавить валиномицин в концентрации 1 мкМ?
- а) ничего не произойдет;
б) клетки погибнут из-за сильного увеличения проницаемости мембран для ионов калия;
в) клетки начнут быстро делиться.
12. Чем определяется профиль потенциала и концентрации на границе раздела фаз?
- а) концентрацией ионов;
б) плотностью поверхностного заряда;
в) константами диффузии ионов.
13. Чем обусловлены электрокинетические явления?
- а) концентрацией ионов;
б) плотностью поверхностного заряда;
в) параметрами двойного электрического слоя.
14. На чем базируется приближение постоянного поля?
- а) на предположении о малой толщине мембран;
б) на предположении о постоянстве градиента напряженности электрического поля в мембране;
в) на предположении о том, что встречные потоки ионов не взаимодействуют друг с другом.
15. Когда происходит блокировка и насыщение канала?
- а) при увеличении концентрации ионов;
б) при действии блокаторов;
в) при изменении разности потенциалов на мембране.
16. Какие ионные каналы есть в аксоне?
- а) натриевые и калиевые;
б) магниевые и хлорные;
в) кальциевые и протонные.
17. Как дипольный потенциал оказывает влияние на проницаемость мембран?

- а) через изменение профиля потенциала в мембране;
б) через наведение дополнительной плотности зарядов;
в) через формирование пор в мембране.
18. За счет какого источника энергии работает натрий-калиевый насос?
а) гидролиза АТФ;
б) электрохимического градиента;
в) разности потенциалов на мембране.
19. Как изменится амплитуда потенциала действия в аксоне при увеличении концентрации натрия в наружном растворе?
а) никак не измениться;
б) возрастет;
в) уменьшится.
20. Какое количество независимых фрагментов участвует в управлении проводимостью калиевого канала?
а) 1;
б) 2;
в) 4.
21. Какую роль играет кальциевая проводимость возбудимых мембран?
а) Формирует потенциал действия;
б) осуществляет сопряжение потенциала действия с эффекторной системой;
в) генерирует кальциевые волны.
22. Можно ли измерить токи ворот ионных каналов?
а) нельзя, они очень малы;
б) измерить можно, но нужно вычесть емкостную компоненту;
в) измерить можно только при блокировке проводимости ионных каналов.
23. Сколько независимых токовых компонент нужно учитывать при моделировании возбудимых мембран?
а) две;
б) четыре;
в) три.
24. Что инициирует скольжение миозиновых нитей относительно актиновых?
а) срабатывание тропомиозинового комплекса при увеличении концентрации кальция;
б) уменьшение концентрации кальция в эндоплазматическом ретикулуме;
в) скачек потенциала на мембране.
25. Как управляется ферментативная активность аденилатциклазы?
а) рецептор связан с аденилатциклазой через G белок;
б) кальций-кальмодулином;
в) фосфорилированием серина.
26. Что такое ионотропный рецептор?
а) рецептор, сопряженный с каналом;
б) рецептор сопряженный с ферментом;
в) рецептор, сопряженный с G белком.
27. Что такое гармон?
а) сигнальная молекула, распространяющаяся с током крови;
б) жирорастворимая молекула;
в) локальный химический сигнализатор.
28. Что такое молекулярная система?
а) совокупность элементов и связей между ними;

- б) структура процессов, функций, морфология и материал;
 - в) молекулы, взаимодействующие друг с другом.
29. Что вызывает движение парameций задним концом вперед?
- а) увеличение концентрации кальция в ресничках;
 - б) увеличение концентрации магния в ресничках;
 - в) увеличение трансмембранной разности потенциалов.

30. Что запускает полимеризацию фибриногена?

- а) увеличение активности тромбина;
- б) увеличение активности пламина;
- в) увеличение концентрации кислорода.

ЗАЧЕТНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Кинетика биологических процессов.

1.1. Общие принципы описания кинетического поведения биологических систем

1.2. Качественные исследования простейших моделей биологических систем.

2. Типы поведения биологических систем.

2.1. Биологические триггеры.

2.2. Колебательные процессы в биологии.

2.3. Процессы самоорганизации в распределенных биологических системах.

3. Кинетика ферментативных процессов.

3.1. Простейшие ферментативные реакции.

3.2. Множественность стационарных состояний в ферментативных системах.

3.3. Колебания в ферментативных системах

4. Вероятностные модели в биофизике.

4.1. Стохастические модели взаимодействия.

4.2. Вероятностные модели описания переноса электрона в мультиферментном комплексе.

5. Термодинамика систем вдали от равновесия.

5.1. Общие критерии устойчивости стационарных состояний.

5.2. Термодинамика нелинейных кинетических систем.

5.3. Энтропия, информация и биологическая упорядоченность.

6. Пространственная конфигурация полимерных молекул.

6.1. Статистический характер организации полимеров.

6.2. Объемные взаимодействия и переходы глобула- клубок.

6.3. Фазовые переходы в белках.

7. Различные типы взаимодействий в макромолекулах.

7.1. Взаимодействия Ван-дер-Ваальса.

7.2. Водородные связи.

7.3. Внутренние вращения и поворотная изомерия.

8. Динамические свойства глобулярных белков.

8.1. Структурные изменения белков.

8.2. Конформационная подвижность белков по данным различных методов.

9. Структурно-функциональная организация биологических мембран.

9.1. Образование мембранных структур. Монослой. Жидкие кристаллы.

9.2. Термодинамика процессов формирования и устойчивости мембран.

9.3. Искусственные устойчивые мембраны.

10. Транспорт веществ и биоэлектrogenез.

10.1. Транспорт неэлектролитов.

10.2. Диффузия.

- 10.3. Облегченная диффузия.
- 10.4. Транспорт ионов. Ионные равновесия.
- 10.5. Электрохимический потенциал.
- 10.6. Гидратация ионов.
- 10.7. Ионное равновесие на границе раздела фаз.
- 10.8. Профили потенциала и концентрации у границы раздела фаз.
- 10.9. Двойной электрический слой.
- 11. Электродиффузионная теория транспорта ионов через мембрану.
 - 11.1. Уравнения электродиффузии Нернста-Планка.
 - 11.2. Приближение постоянного поля.
- 12. Ионный транспорт в каналах
 - 12.1. Дискретное описание транспорта.
 - 12.2. Блокировка и насыщение канала.
 - 12.3. Функции состояния канала.
 - 12.4. Транспорт в открытом канале. Теория селективности.
 - 12.5. Ионные каналы нервных волокон.
- 13. Индуцированный ионный транспорт.
 - 13.1. Бислойные липидные мембраны.
 - 13.2. Подвижные переносчики.
 - 13.3. Каналообразующие агенты.
 - 13.4. Влияние поверхностного и дипольного потенциалов на скорость ионного транспорта.
- 14. Активный транспорт.
 - 14.1. Натрий-калиевый насос.
 - 14.2. Активный транспорт кальция.
 - 14.3. Электрогенный транспорт ионов.
- 15. Транспорт ионов в возбудимых мембранах.
 - 15.1. Потенциал действия.
 - 15.2. Ионные токи в мембране аксона.
 - 15.3. Описание ионных токов в модели Ходжкина Хиксли.
 - 15.4. Токи ворот.
 - 15.5. Кальциевая проводимость возбудимых мембран.
 - 15.6. Математические модели возбудимых мембран.
- 15. Биофизика сократительных систем.
 - 16.1. Структуры изомера и их изменения при сокращении
 - 16.2. Моделирование мышечного сокращения.
- 16. Биофизика процессов рецепции.
 - 17.1. Общие закономерности рецепции.
 - 17.2. Особенности гормональной рецепции.
- 17. Молекулярные системы управления клеточными процессами.
 - 18.1. Молекулярная система, управляющая двигательной активностью парameций.
 - 18.2. Молекулярная система, управляющая сворачиванием крови.

7.1. Основная литература:

1. Рубин А.Б. Биофизика: В 2 т. Т. 1: Теоретическая биофизика: Учебник // - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/10122/>

2. Печуркин, Н. С. Энергетическая направленность развития жизни на планете Земля (Энергия и жизнь на Земле) [Электронный ресурс] : монография / Н. С. Печуркин. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. - 405 с. - ISBN 978-5-7638-1954-0. <http://www.znanium.com/bookread.php?book=441090>
3. Волькенштейн М.В. Биофизика. - СПб: Лань, 2012. - 608 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/3898/>

7.2. Дополнительная литература:

1. Барцев, С. И. Эвристические нейросетевые модели в биофизике: приложение к проблеме структурно-функционального соответствия [Электронный ресурс] : Монография / С. И. Барцев, О. Д. Барцева. - Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2010. - 115 с. - ISBN 978-5-7638-2080-5. <http://www.znanium.com/bookread.php?book=443212>
2. Плутахин Г. А., Коцаев А. Г. Биофизика. - СПб.: Лань, 2012. - 240 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/4048/>

7.3. Интернет-ресурсы:

annualreviews - <http://www.annualreviews.org/journal/biophys>

diophys -

https://www.google.com/search?q=biophysics&hl=ru&tbo=u&tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=X_QIUdyIN

sbgn - <http://sbgn.org/>

Рубин А.Б. Биофизика - <http://bio-phys.narod.ru/index.html>

Электронная библиотека - <http://scientific.narod.ru/nlib/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Биофизика" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

На занятиях используется компьютер с проектором, лабораторные занятия производятся в классе лабораторного практикума.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011800.62 "Радиофизика" и профилю подготовки Радиофизические методы по областям применения (Радиофизические измерения) .

Автор(ы):

Котов Н.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Скоринкин А.И. _____

"__" _____ 201__ г.