

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



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский

_____» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Биофизика и молекулярная биология Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Котов Н.В.

Рецензент(ы):

Скоринкин А.И.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Аганов А. В.

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

Учебно-методическая комиссия Института физики:

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

Регистрационный No 64019

Казань
2019

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) профессор, д.н. (доцент) Котов Н.В. кафедра медицинской физики Отделение физики, Nicolaj.Kotov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

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

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.03.02 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Дисциплина "Биофизика и молекулярная биология" относится к разделу "Курсы кафедры" профессионального цикла. Осваивается на 3 курсе (1 семестр). Изложение дисциплины непосредственно базируется на знаниях студентами физики, математики.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

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.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

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: зачет 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	8	0	Контрольная работа Коллоквиум
2.	Тема 2. Биофизика биологических макромолекул.	8	5-6	2	4	0	Коллоквиум
3.	Тема 3. Биофизика мембран	8	7-8	4	2	0	Письменная работа
4.	Тема 4. Электрокинетические явления	8	9	2	2	0	Коллоквиум
5.	Тема 5. Транспорт ионов через мембрану	8	10	2	2	0	Контрольная работа Устный опрос
6.	Тема 6. Биофизика сократимых систем	8	11	2	4	0	Устный опрос
7.	Тема 7. Молекулярные системы управления клеточными процессами	8	12-14	4	6	0	Коллоквиум

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Иммунная система.	8	15-16	4	4	0	Письменная работа
12.	Тема 12. Проблемы современной биофизики	8	17-18	4	4	0	Устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Итого			28	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Кинетика биологических процессов.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Построение математических моделей кинетики биологических процессов. Методы упрощения математических моделей. Качественный анализ систем нелинейных дифференциальных уравнений. Триггеры. Автоколебания. Механизм генерации импульсов. Процессы самоорганизации в распределенных биологических системах. Кинетика ферментативных процессов. Простейшие ферментативные реакции. Множественность стационарных состояний в ферментативных системах.

практическое занятие (8 часа(ов)):

Математическое моделирование кинетики молекулярных форм кальмодулина.

Тема 2. Биофизика биологических макромолекул.

лекционное занятие (2 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)):

Конформационная динамика макромолекул.

Тема 3. Биофизика мембран

лекционное занятие (4 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. Электрохимический потенциал. Гидратация ионов. Ионное равновесие на границе раздела фаз. Профили потенциала и концентрации у границы раздела фаз. Двойной электрический слой. 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.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Анализ математической модели Ходжкина - Хаксли.

Тема 4. Электрокинетические явления

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Двойной электрический слой. Распределение потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Электрофорез, потенциал осаждения и т.д. Донановское равновесие.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Расчет плотности поверхностного заряда эритроцитов по экспериментальным результатам их электрофоретической подвижности.

Тема 5. Транспорт ионов через мембрану

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Индукцированный ионный транспорт. Бислойные липидные мембраны. Подвижные переносчики. Каналообразующие агенты. Влияние поверхностного и дипольного потенциалов на скорость ионного транспорта. Активный транспорт. Натрий-калиевый насос. Активный транспорт кальция. Электрогенный транспорт ионов. Транспорт ионов в возбудимых мембранах. 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)):

Индукцированный транспорт ионов через искусственные мембраны.

Тема 6. Биофизика сократимых систем

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Биофизика сократительных систем. Структуры изомера и их изменения при сокращении. Моделирование мышечного сокращения.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Моделирование мышечного сокращения.

Тема 7. Молекулярные системы управления клеточными процессами

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Биофизика процессов рецепции. Общие закономерности рецепции. Особенности гормональной рецепции. Молекулярные системы управления клеточными процессами. Молекулярная система, управляющая двигательной активностью парамеций. Молекулярная система, управляющая сворачиванием крови.

практическое занятие (6 часа(ов)):

Анализ сигнальной системы, управляющей параметрами эритроцитов.

Тема 8. Иммунная система.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Сигнальная система иммунных клеток. CaMPK, CaN в работе сигнальных систем иммунных клеток

практическое занятие (4 часа(ов)):

Анализ сигнальной системы, управляющей дифференцировкой Т клеток.

Тема 12. Проблемы современной биофизики

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Молекулярные механизмы развития аутоиммунных заболеваний. Канцерогенез.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Современные методы исследования канцерогенеза.

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.	8	1-4	подготовка к коллоквиуму	2	Коллоквиум
				подготовка к коллоквиуму	4	коллоквиум
				подготовка к контрольной работе	2	Контрольная работа
2.	Тема 2. Биофизика биологических макромолекул.	8	5-6	подготовка к коллоквиуму	2	Коллоквиум
				подготовка к коллоквиуму	2	коллоквиум
3.	Тема 3. Биофизика мембран	8	7-8	подготовка к письменной работе	2	Письменная работа
				подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Электрокинетические явления	8	9	подготовка к коллоквиуму	6	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	4	устный опрос
7.	Тема 7. Молекулярные системы управления клеточными процессами	8	12-14	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
8.	Тема 8. Иммунная система.	8	15-16	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
12.	Тема 12. Проблемы современной биофизики	8	17-18	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
	Итого				44	

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 и молекулярная биология" 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:

Последовательное связывание лиганда.

коллоквиум , примерные вопросы:

Кинетика образования кальций кальмодулиновых комплексов. Кинетика фосфорилирования белков. Уравнения Хилла, Адара-Клотца.

Контрольная работа , примерные вопросы:

Независимое связывание лиганда. Образование кальций кальмодулиновых комплексов с регулируемыми белками: каналами, ферментами.

Тема 2. Биофизика биологических макромолекул.

Коллоквиум , примерные вопросы:

Термолабильные белки. Роль шаперонов в формировании третичной структуры белков.

коллоквиум , примерные вопросы:

Конформационная динамика макромолекул. Белков, ДНК. Роль конформационной динамики белков в работе ионных каналов, ферментов. Взаимодействия в биологических макромолекулах.

Тема 3. Биофизика мембран

Письменная работа , примерные вопросы:

Взаимодействия в биологических макромолекулах.

устный опрос , примерные вопросы:

Конформационные переходы в мембранах.

Тема 4. Электрокинетические явления

коллоквиум , примерные вопросы:

Двойной электрический слой. Электрофорез, потенциал оседания. Донановское равновесие. Расчет плотности поверхностного заряда мембран по электрофоретической подвижности. Электрострикция.

Тема 5. Транспорт ионов через мембрану

устный опрос , примерные вопросы:

Индукцированный ионный транспорт. Транспорт ионов через каналы. Активный транспорт ионов. Лиганд и потенциалозависимые ионные каналы.

Тема 6. Биофизика сократимых систем

устный опрос , примерные вопросы:

Биофизика мышечного сокращения. Механизм движения ресничек и жгутиков.

Тема 7. Молекулярные системы управления клеточными процессами

коллоквиум , примерные вопросы:

Сигнальные системы клеток животных и растений. Сигнальная система, управляющая параметрами эритроцитов. Морфологическая схема сигнальной системы эритроцитов.

Функциональная схема сигнальной системы эритроцитов. Сигнальная система, управляющая дифференцировкой Т клеток иммунной системы.

Тема 8. Иммунная система.

устный опрос , примерные вопросы:

Кальций кальмодулин зависимые протеинкиназы и фосфопротеинфосфатазы. Потеинкиназа С.

Тема 12. Проблемы современной биофизики

устный опрос , примерные вопросы:

Системный подход 2. Элементы, морфология, структура функций, структура процессов. Смысл, результат как системообразующие факторы.

Итоговая форма контроля

зачет (в 8 семестре)

Примерные вопросы к зачету:

Коллоквиум ♦1 Кинетика образования кальций кальмодулиновых комплексов. Кинетика фосфорилирования белков.

Коллоквиум ♦2 Конформационная динамика макромолекул. Белков, ДНК.

Коллоквиум ♦3 Двойной электрический слой. Электрофорез, потенциал оседания.

Коллоквиум ♦4 Сигнальные системы клеток животных и растений. Сигнальная система, управляющая параметрами эритроцитов.

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает следующие виды работ:

- изучение теоретического лекционного материала;
- проработка теоретического материала (конспекты лекций, основная и дополнительная литература);
- доработка математических моделей начатых на семинарских занятиях;
- подготовка к коллоквиумам.

Приложение 1 (Тесты и зачетные вопросы).

ЗАЧЕТНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Цель и задачи дисциплины. Основные обобщения биологических наук. Основные принципы организации живых объектов (целостность, открытость, самодостаточность). Система, конструктор, морфология, структура функций, структура связей, структура процессов.
2. Организм. Одноклеточные организмы. Прокариота и эукариота. Особенности организации. Общая структура функций клетки. Клетка как основной элемент живого. Основные процессы, протекающие в клетке. Морфология клетки: цитоплазматический матрикс, цитозоль, мембрана, ядро, рибосомы, плазмиды, митохондрии, пластиды, система эндомембран, клеточные контакты и другие клеточные органеллы. Структура функций и структура связей клетки, функции клеточных элементов.
3. Движение (подвижность). Амебоидные движения. Движения при помощи флагелл жгутиков и ресничек. Мышечные движения. Молекулярные основы функционирования эффекторов.
4. Химия жизни. Химические связи и взаимодействия между молекулами. Углеводы. Липиды. Структура и функции этих молекул в биологических объектах.
5. Обмен веществ и энергией в клетках.
6. Типы наследования и экспрессии генов. Летальные гены. Врожденные нарушения метаболизма. Факторы, влияющие на экспрессию генов.
7. Синтез белка. От полипептида к признаку. Регуляция синтеза белка. Развитие и клеточная дифференцировка. Мутации. Рекомбинации.
8. Генетическая информация, ДНК, РНК. Структура и функция молекул ДНК, РНК. Генетический код. Репликация и сегрегация ДНК.
9. Понятие гена, оперона. Регуляция генной активности. Генная инженерия и рекомбинантные ДНК. Обратная транскрипция. Прыгающие гены.
10. Структура белка. Функции, в реализации которых используются белки.
11. Молекулярные механизмы преобразования энергии в митохондриях.
12. Молекулярные механизмы регуляции мышечного сокращения.
13. Молекулярные механизмы движения ресничек и жгутиков и их механизмы управления.
14. Молекулярные основы механизма деления клеток.
15. Межклеточная адгезия и внеклеточный матрикс.
16. Молекулярные основы механизма процесса воспроизводства. Половые клетки и оплодотворение.

17. Молекулярные системы морфогенеза. Клеточные механизмы развития. Дробление и образование бластулы. Гастрюляция, нейруляция и образование сомитов. Детерминация и дифференцировка. Пространственные структуры. Позиционная информация и развитие конечностей. Индукционные взаимодействия при развитии эпителиев. Мигрирующие клетки.

18. Молекулярно клеточные механизмы поддержки нормальной организации тканей. Поддержка дифференцированного состояния. Обновление путем простого удвоения. Обновление за счет стволовых клеток.

7.1. Основная литература:

Волькенштейн, М.В. Биофизика [Электронный ресурс]: учеб. пособие. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 608 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3898>

7.2. Дополнительная литература:

1. Радиационная биофизика: радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения: Учебник для вузов / Ю.Б. Кудряшов, Ю.Ф. Перов, А.Б. Рубин.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 184 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2221

2. Плутахин Г. А., Коцаев А. Г. Биофизика. - СПб.: Лань, 2012. - 240 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=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/>

Барцев С.И. Биофизика - <http://build.molpit.org/pub/biophysics/tutorial.pdf>

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

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

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

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 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено.

Автор(ы):

Котов Н.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Скоринкин А.И. _____

"__" _____ 201__ г.