

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины
Биофизика М1.В.3

Направление подготовки: 011200.68 - Физика

Профиль подготовки: Медицинская физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Котов Н.В.

Рецензент(ы):

Скоринкин А.И. , Анисимов Александр Васильевич

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 6104014

Казань

2014

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 "Современные проблемы биофизика" является формирование у студентов представлений об основных явлениях, понятиях, законах и методах биофизики, навыков 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 современных проблем биофизики мембран, белков, сложных молекулярных систем, управляющих клеточной активностью.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.В.3 Общенаучный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.В.3 Общенаучный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к вариативной части. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Изложение дисциплины непосредственно базируется на знании студентами биофизики, физики, математики.

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью демонстрировать углубленные знания в области математики и естественных наук
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой)
ПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью использовать знания современных проблем физики, новейших достижений физики в своей научно-исследовательской деятельности
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов Интернет для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач (в соответствии с профилем подготовки)

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способностью свободно владеть профессиональными знаниями для анализа и синтеза физической информации (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 клеток

2. должен уметь:

ориентироваться в структуре знаний о физике жив

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 си

4. должен демонстрировать способность и готовность:

Применять полученные знания на практике

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 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. Молекулы с N центрами модификации в контурах управления активностью белков	1	1	3	0	0	устный опрос
2.	Тема 2. Кальций - кальмодулин зависимые ферменты	1	2	3	0	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	
3.	Тема 3. Метаболизм циклических монофосфатов. Ионные каналы, проводимость которых модулируется cAMP, cGMP.	1	3	3	0	0	устный опрос
4.	Тема 4. Сигнальная система эритроцитов, которая управляет агрегативностью и деформабильностью эритроцитов	1	4	4	0	0	устный опрос
5.	Тема 5. Сигнальная система клеток, управляющая фактором транскрипции NFAT	1	5	4	0	0	коллоквиум
6.	Тема 6. Сигнальная система, управляющая двигательной активностью парameций	1	6	4	0	0	коллоквиум
7.	Тема 7. Актуальные проблемы современной биофизики	1	7	3	0	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			24	0	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Молекулы с N центрами модификации в контурах управления активностью белков

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Кальмодулин - молекула с 4 центрами связывания кальция. Вывод формул задающих концентрации всх 16 молекулярных фор кальмодулина. Формула Хилла. Молекулы с несколькими центрами фосфорилирования.

Тема 2. Кальций - кальмодулин зависимые ферменты

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Аденилатциклаза. Гуанилатциклаза. NO синтаза. Кальций кальмодулин зависимая протеинкиназа.

Тема 3. Метаболизм циклических монофосфатов. Ионные каналы, проводимость которых модулируется cAMP, cGMP.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Ферменты синтеза и разрушения циклических монофосфатов. Потеинкиназы, активность которых модулируется циклическими монофосфатами. Типы ионных каналов, проводимость которых модулируется циклическими монофосфатами.

Тема 4. Сигнальная система эритроцитов, которая управляет агрегативностью и деформабильностью эритроцитов**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Сигнальная система эритроцитов. Функциональная схема сигнальной системы эритроцитов. Контур управления проницаемостью мембраны эритроцитов для газов.

Тема 5. Сигнальная система клеток, управляющая фактором транскрипции NFAT**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Иммунная система. Пролиферация и дифференцировка Т клеток. Сигнальная система, управляющая факторами транскрипции. Цитокины.

Тема 6. Сигнальная система, управляющая двигательной активностью парameций**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Сигнальная система, управляющая реакцией избегания и оборонительного ускорения парameций

Тема 7. Актуальные проблемы современной биофизики**лекционное занятие (3 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. Молекулы с N центрами модификации в контурах управления активностью белков	1	1	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
2.	Тема 2. Кальций - кальмодулин зависимые ферменты	1	2	подготовка к коллоквиуму	8	коллоквиум
3.	Тема 3. Метаболизм циклических монофосфатов. Ионные каналы, проводимость которых модулируется cAMP, cGMP.	1	3	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
4.	Тема 4. Сигнальная система эритроцитов, которая управляет агрегативностью и деформабильностью эритроцитов	1	4	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
5.	Тема 5. Сигнальная система клеток, управляющая фактором транскрипции NFAT	1	5	подготовка к коллоквиуму	8	коллоквиум
6.	Тема 6. Сигнальная система, управляющая двигательной активностью парameций	1	6	подготовка к коллоквиуму	8	коллоквиум

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
7.	Тема 7. Актуальные проблемы современной биофизики	1	7	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
	Итого				48	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

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. Молекулы с N центрами модификации в контурах управления активностью белков

устный опрос , примерные вопросы:

Каков физико-химический смысл формулы Хилла? Сколько молекулярных форм у молекулы с 6 центрами связывания лиганда?

Тема 2. Кальций - кальмодулин зависимые ферменты

коллоквиум , примерные вопросы:

Представить рефераты по теме "Многоцентровые молекулы в контурах управления активностью белков". Обсуждение представленных рефератов.

Тема 3. Метаболизм циклических монофосфатов. Ионные каналы, проводимость которых модулируется cAMP, cGMP.

устный опрос , примерные вопросы:

Функциональная схема сигнальной системы, построенной на метаболизме циклических монофосфатов. Какова роль ионных каналов в механизме работы этой сигнальной системы. Сколько устойчивых особых течек у этой системы?

Тема 4. Сигнальная система эритроцитов, которая управляет агрегативностью и деформабильностью эритроцитов

устный опрос , примерные вопросы:

В чем эволюционные преимущества у видов, которые имеют сигнальную систему, управляющую параметрами эритроцитов? Как изменяется проницаемость мембраны эритроцитов для газов?

Тема 5. Сигнальная система клеток, управляющая фактором транскрипции NFAT

коллоквиум , примерные вопросы:

Иммунная система. Прлиферация и дифференцировка Т клеток.

Тема 6. Сигнальная система, управляющая двигательной активностью парameций

коллоквиум , примерные вопросы:

Двигательные ситуации, в которые попадает парameция.

Тема 7. Актуальные проблемы современной биофизики

устный опрос , примерные вопросы:

Какими методами пытаются исследовать механизмы повреждения сигнальных систем, управляющих клеточным циклом?

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

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 вычистить 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 миофиламентов 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 плазмина;
 - 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. Монослои. Жидкие кристаллы.
 - 9.2. Термодинамика процессов формирования и устойчивости мембран.
 - 9.3. Искусственные устойчивые мембраны.
10. Транспорт веществ и биоэлектрогенез.
 - 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. Антонов В.Ф., Козлова Е.К., Черныш А.М. Физика и биофизика. - Москва: Издательская группа "Гэотар-Медиа", 2010. - 480 с.
<http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970416440.html>
2. Волькенштейн М.В. Биофизика. - СПб.:Издательство "Лань", 2012. - 608 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3898
3. Медицинская и биологическая физика. Практик.: Учеб. пос. / В.Г.Лещенко, Г.К.Ильич и др.; Под ред. В.Г.Лещенко - Москва: НИЦ ИНФРА-М; Минск.: Нов. знание, 2013 - 334 с.
<http://znanium.com/bookread.php?book=406747>

7.2. Дополнительная литература:

1. Плутахин Г. А., Кощаев А. Г. Биофизика. - СПб.: Лань, 2012. - 240 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4048
2. Антонов В. Ф., Коржуев А. В. Физика и биофизика: краткий курс: учеб. пособие. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. - 288 с. <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970420430.html>

7.3. Интернет-ресурсы:

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

Графика - sbgn - <http://sbgn.org>

Кинетика -

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

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

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Биофизика" 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.

Освоение дисциплины "Современные проблемы 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 011200.68 "Физика" и магистерской программе Медицинская физика.

Автор(ы):

Котов Н.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Скоринкин А.И. _____

Анисимов Александр Васильевич _____

"__" _____ 201__ г.