

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. Минзарипов Р.Г.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Биофизика Б1.В.ОД.9

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки:

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

Казань
2015

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 " Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 12.03.04 Биотехнические системы и технологии и относится к обязательные дисциплины. Осваивается на 3 курсе, 6 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-1 (общекультурные компетенции)	способностью использовать в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук
ОК-21 (общекультурные компетенции)	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
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-3 (профессиональные компетенции)	способностью эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью использовать специализированные знания в области физик для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике базовые общепрофессиональные знания теории и методов физических исследований (в соответствии с профилем подготовки)
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью пользоваться современными методами обработки, 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 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 6 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.	6	1-4	4	0	6	коллоквиум
2.	Тема 2. Биофизика биологических макромолекул.	6	5-6	2	0	6	коллоквиум
3.	Тема 3. Биофизика мембран	6	7-8	2	0	4	устный опрос
4.	Тема 4. Электрокинетические явления	6	9	1	0	2	коллоквиум
5.	Тема 5. Транспорт ионов через мембрану	6	10	1	0	0	устный опрос
6.	Тема 6. Биофизика сократимых систем	6	11	1	0	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	
7.	Тема 7. Молекулярные системы управления клеточными процессами	6	12-14	3	0	6	коллоквиум
8.	Тема 8. Иммунная система.	6	15-16	2	0	4	устный опрос
12.	Тема 12. Проблемы современной биофизики	6	17-18	2	0	4	устный опрос
.	Тема . Итоговая форма контроля	6		0	0	0	экзамен
	Итого			18	0	32	

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.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Кардиология.

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

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Температурная зависимость функционирования сложных биомолекулярных систем.

Тема 3. Биофизика мембран

лекционное занятие (2 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.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Центрифугирование.

Тема 4. Электрокинетические явления

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Двойной электрический слой. Распределение потенциала и концентрации ионов в двойном электрическом слое. Электрофорез, потенциал осаждения и т.д. Донановское равновесие. Методы оценки плотности поверхностного заряда по электрофоретической подвижности.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Электрофоретическая подвижность клеток.

Тема 5. Транспорт ионов через мембрану

лекционное занятие (1 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.

Тема 6. Биофизика сократимых систем

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Биофизика сократительных систем. Структуры изомера и их изменения при сокращении. Моделирование мышечного сокращения. Сигнальная система, управляющая мышечным сокращением.

Тема 7. Молекулярные системы управления клеточными процессами

лекционное занятие (3 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.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Синаптическая передача.

Тема 8. Иммунная система.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Сигнальная система иммунных клеток. CaMPK, CaN в работе сигнальных систем иммунных клеток Кальциевые импульсы в формировании иммунных ответов. Цитокиновая сеть. Специализация клеток иммунной системы. Система комплемента.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Автоколебания в биомолекулярной системе, управляющей двигателем клетки.

Тема 12. Проблемы современной биофизики

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Молекулярные механизмы развития аутоиммунных заболеваний. Канцерогенез. Проблемы -задачи.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Сигнальная система эритроцитов.

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.

6

1-4

подготовка к

коллоквиуму

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Биофизика биологических макромолекул.	6	5-6	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
3.	Тема 3. Биофизика мембран	6	7-8	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
4.	Тема 4. Электрокинетические явления	6	9	подготовка к коллоквиуму	6	коллоквиум
5.	Тема 5. Транспорт ионов через мембрану	6	10	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
6.	Тема 6. Биофизика сократимых систем	6	11	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
7.	Тема 7. Молекулярные системы управления клеточными процессами	6	12-14	подготовка к коллоквиуму	8	коллоквиум
8.	Тема 8. Иммунная система.	6	15-16	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
12.	Тема 12. Проблемы современной биофизики	6	17-18	подготовка к устному опросу	6	устный опрос
	Итого				58	

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:

Кинетика образования кальций кальмодулиновых комплексов. Кинетика фосфорилирования белков. Уравнения Хилла, Адара-Клотца. Последовательное связывание лиганда. Независимое связывание лиганда. Образование кальций кальмодулиновых комплексов с регулируемые белками: каналами, ферментами.

Тема 2. Биофизика биологических макромолекул.

коллоквиум , примерные вопросы:

Конформационная динамика макромолекул. Белков, ДНК. Роль конформационной динамики белков в работе ионных каналов, ферментов. Взаимодействия в биологических макромолекулах. Термолабильные белки. Роль шаперонов в формировании третичной структуры белков.

Тема 3. Биофизика мембран

устный опрос , примерные вопросы:

Жидкие кристаллы. Конформационные переходы в мембранах. Белки, образующие каркас биомембран. Неоднородность состава биологических мембран (кавеолы, рафты).

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. Лигнад и потенциалозависимые ионные каналы.

Тема 6. Биофизика сократимых систем

устный опрос , примерные вопросы:

Биофизика мышечного сокращения. Механизм движения ресничек и жгутиков. Наномолекулярные двигатели в клетках.

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. Универсальный модуль, построенный на этих белках.

Тема 12. Проблемы современной биофизики

устный опрос , примерные вопросы:

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

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

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.

ЗАЧЕТНЫЕ ВОПРОСЫ "Биофизика"

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 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:

Медицинская биофизика, Самойлов, Владимир Олегович, 2007г.

1.Рубин А.Б. Биофизика: В 2 т. Т. 1: Теоретическая биофизика. Учебник. - М.: МГУ имени М.В.Ломоносова (Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова), 2004. - 448 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10122

2.Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) : учебник для студентов вузов / Ю. Б. Кудряшов; под ред. В. К. Мазурика, М. Ф. Ломанова .? М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004 .? 448 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2379

3.Волькенштейн М.В. Биофизика. - СПб: Лань, 2012. - 608 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3898

7.2. Дополнительная литература:

Физика и биофизика, Антонов, Валерий Федорович; Коржуев, Андрей Вячеславович, 2005г.
Молекулярная генетика, биофизика и медицина сегодня, Ланцов, Владислав Александрович,, 2007г.

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., Кощаев 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/>

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

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

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.

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 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" .

Автор(ы):

Котов Н.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Скоринкин А.И. _____

"__" _____ 201__ г.