

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
 (ВлГУ)



А.А.Панфилов

« 16 » 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИВЫХ СИСТЕМ»

Направление подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Профиль подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования бакалавриат

(бакалавр, магистр, дипломированный специалист)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная, сокращенная)

Семестр	Трудоемкость/ зач. ед, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
5	4/144	18	-	18	108	Зачёт с оценкой
Итого	4/144	18	-	18	108	Зачёт с оценкой

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Биофизические основы живых систем» являются ознакомление с концептуальными основами биофизики как современной комплексной фундаментальной науки о биологических системах, формирования естественнонаучного мировоззрения на основе приобретаемых знаний об особенностях сложных живых систем.

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие *обще-профессиональные компетенции*:

- способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики (ОПК-1);

- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

### *Задачи дисциплины:*

- изучение основных законов и концепций биофизики, с получением целостного представления о процессах и явлениях, происходящих в живых системах;

- понятие возможностей современных научных биофизических методов и технологий познания живых систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

По своему содержанию и научным методам исследования биофизика является средством образовательного воздействия, помогая развитию умственных способностей, формированию научного мировоззрения. Биофизика имеет теоретическую направленность и находится на стыке нескольких естественнонаучных и специальных дисциплин. При ее изучении требуются знания, полученные ранее по естественнонаучным дисциплинам. Для успешного освоения курса «Биофизических основ живых систем» студентам необходимо пройти курс общей физики и знать следующие разделы высшей математики: дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, линейную алгебру, ряды, элементы векторного анализа, функции комплексного переменного, элементы теории вероятностей и математической статистики.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Изучение биофизики вырабатывает специфический метод мышления, физиологическую интуицию, которые оказываются весьма плодотворными и в других науках. Специалисты, получившие биофизическое образование, могут самостоятельно осваивать новые инженерно-медицинские и технологические направления, успешно работать в них, легко переходить от решения одних задач к решению других, искать нестандартные и нетрадиционные пути, что особенно важно для профессиональной мобильности специалистов в условиях ускоренного развития медицинской техники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** основные положения, законы и методы физики (ОПК-1).

**Уметь:** представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира (ОПК-1), выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ОПК-2).

**Владеть:** соответствующим физико-математическим аппаратом (ОПК-2).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

##### Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				лек	пр	лаб. раб	СРС		
1	Раздел 1. Термодинамика биологических процессов	5	1-4	4	-	4	10	4/50	
	Тема 1. Термодинамика равновесных состояний								
	Тема 2. Термодинамика необратимых процессов.								
2	Раздел 2. Молекулярная биофизика	5	5-8	4	-	4	20	4/50	Рейтинг-контроль №1
	Тема 1. Биологические макромолекулы в растворе								
	Тема 2. Биофизика белков и нуклеиновых кислот								
3	Раздел 3. Биофизика клеточных процессов	5	9-12	4	-	4	24	4/50	
	Тема 1. Клетка, клеточные мембраны								
	Тема 2. Мембранный транспорт								
	Тема 3. Электрическая возбудимость клеток								
4	Раздел 4. Механизмы межклеточных взаимодействий	5	13-14	2	-	2	28	2/50	Рейтинг-контроль №2
	Тема 1. Щелевые соединения. Эндокринная система								
	Тема 2. Передача информации в сенсорных системах организма.								
5	Биофизика сложных систем*	5	15-18	4	-	4	26	4/50	Рейтинг-контроль №3
	Тема 1. Биофизика сердца								
	Тема 2. Гомеостаз и система крови								
	Тема 3. Системы регуляции в сердечно-сосудистой системе								
Всего		5	18	18	-	18	108	18/50	Зачет с оценкой

\*укомплектованная группа делится на две подгруппы

## Тематический план дисциплины

### I. Термодинамика обратимых и необратимых процессов

1. Термодинамика обратимых процессов. Механическое и термодинамическое равновесие. Термодинамические потенциалы. Химический и электрохимический потенциалы. Второй закон термодинамики и условия равновесия.

2. Термодинамика необратимых процессов. Особенности организации живых систем. Изменение энтропии в открытых системах. Скорость продукции энтропии и диссипативная функция. Основные положения линейной неравновесной термодинамики. Соотношение взаимности Онзагера. Сопряжение потоков. Теорема Пригожина. Нелинейная термодинамика необратимых процессов. Принцип минимума продукции энтропии.

### II. Молекулярная биофизика

3. Биологические макромолекулы в растворе. Макромолекула. Клубок и глобула. Конформации макромолекул. Внутренние макромолекулярные взаимодействия и связи. Структура воды. Гидрофобные взаимодействия. Взаимодействия между макромолекулами в растворе. Экранирование Дебая – Хюккеля.

4. Биофизика белков. Состав макромолекул белков. Первичная структура белков. Вторичная структура белков. Сверхвторичные структуры. Домены. Третичная и четвертичная структура белка. Нуклеационная модель свертывания. Динамика белковой структуры. Ферментный катализ. Ферменты. Модель Фишера. Теория индуцированного структурного соответствия.

5. Биофизика нуклеиновых кислот. Основы эволюции живых систем. Правила Чаргаффа. Первичная структура нуклеиновых кислот. Вторичная структура нуклеиновых кислот. Двойная спираль ДНК. Механизм самовоспроизведения. Синтез белков в клетке. Биологический код.

### III. Биофизика клеточных процессов

6. Строение, состав и функции клетки. Прокариоты и эукариоты. Строение и состав клетки. Дифференцировка клеток. Клеточные мембраны. Динамика липидов в мембране. Латеральная диффузия липидов и белков в мембранах. Асимметрия мембран. Мембранный транспорт. Эндоцитоз. Экзоцитоз. Мембранный потенциал. Активный транспорт. Механизм активного переноса ионов. Сопряженный транспорт.

7. Электрическая возбудимость клеток. Потенциал действия. Ворончатые механизмы потенциалозависимых ионных каналов. Уравнения Ходжкина – Хаксли. Распространение потенциала действия. Кабельная теория. Модель Хилле натриевых каналов. Блокаторы.

### IV. Механизмы межклеточных взаимодействий

8. Щелевые соединения. Эндокринная система. Синаптическая передача. Постсинаптические потенциалы.

9. Передача информации в сенсорных системах организма. Принципы кодирования.

### V. Биофизика сложных систем

10. Биофизика сердца. Внутреннее строение и функциональные возможности сердца. Структурные особенности и электрические свойства миокардиальной ткани. Автоматия и электропроводящая система сердца. Геометрия распространения возбуждения в сердце.

11. Гомеостаз и система крови. Гомеостаз. Функции крови. Состав крови. Форменные элементы крови. Кроветворение.

12. Системы регуляции в сердечно-сосудистой системе. Регуляция кроветворения. Регуляция газового состава крови. Регуляция температуры крови. Регуляция уровня энергетических веществ в крови. Регуляция осмотического давления крови. Свертывание крови. Внутрисердечные и внесердечные механизмы регуляции кровотока.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- лекционно-семинарская система обучения (традиционные лекционные занятия с элементами текущего опроса);
- метод проектов – семестровая лабораторная работа с элементами научного исследования прохождением основных этапов проектного цикла: эксперимент (программа «AnnA Flesh3000»), набор статистических данных, обработка (программа «EScreen»), анализ, расчет (Excel), выводы и реализация в форме открытой защиты;
- обучение в малых группах (выполнение рефератов и экспериментальной части лабораторной работы в подгруппах из двух-трех человек);
- применение мультимедиа технологий на лекционных и лабораторных занятиях;
- мастер-классы демонстраций применения приёмов, технологий, методов экспериментальной диагностики и информатики;

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### а) Вопросы рейтинг-контролей:

#### Рейтинг-контроль № 1

1. Термодинамические потенциалы. Свободная и связанная энергии. Критерии устойчивости процессов.
2. Химический и электрохимический потенциалы. Второе начало термодинамики и условия равновесия.
3. Равновесное и стационарное состояния. Изменение энтропии в открытых системах. Средство химической реакции. Продукция энтропии.
4. Скорость продукции энтропии и диссипативная функция. Линейная зависимость между обобщенными потоком и силой.
5. Соотношение взаимности Онзагера. Сопряжение потоков.
6. Теорема Пригожина. Критерий установления стационарного состояния. Устойчивость стационарного состояния.
7. Принцип минимума продукции энтропии. Устойчивость стационарных состояний вдали от равновесия. Бифуркация и нарушение симметрии.

#### Рейтинг-контроль № 2

1. Предмет молекулярной биофизики. Макромолекула. Клубок и глобула. Конформации макромолекул.
2. Силы, стабилизирующие пространственную структуру макромолекулы. Структура воды. Водородные связи. Гидрофобные взаимодействия.
3. Взаимодействия между макромолекулами в растворе. Экранирование Дебая - Хюккеля.
4. Состав макромолекул белков. Первичная структура белков. Нуклеационная модель свертывания белков.
5. Вторичная структура белков.
6. Сверхвторичные структуры. Третичная структура белка. Домены. Динамика белковой структуры.
7. Три основные причины эволюции по Ламарку. Правила Чаргаффа. Первичная структура нуклеиновых кислот.
8. Механизм самовоспроизведения и передачи информации дочерним клеткам. Двойная спираль ДНК.
9. Репликация ДНК. Синтез белков в клетке (по Азерникову).
10. Синтез секреторных и мембранных белков (по Альбертсу).

11. Биологическое кодирование. Модель регуляции белкового синтеза Жакоба - Ма-но. Ферментный катализ.

12. Биофизика клетки. Строение и состав. Регуляция клеточных процессов. Дифференцировка клеток.

13. Молекулярная организация клеточных мембран. Динамика липидов в мембране.

14. Латеральная диффузия липидов и белков в мембранах. Ассиметрия мембран. Жидкостно-мозаичная структура.

### **Рейтинг-контроль № 3**

1. Пассивный транспорт. Активный транспорт. Механизм активного переноса ионов. Сопряженный транспорт. Эндоцитоз (экзоцитоз).

2. Физические свойства мембраны как фазы. Мембранный потенциал. Мембранный потенциал в случае ионного равновесия. Потенциал покоя.

3. Избирательная ионная проницаемость клеточных мембран.

4. Деполяризация мембраны. Потенциал действия. Реполяризация. Период рефрактерности. Характерные свойства потенциала действия.

5. Распространение потенциала действия. Кабельная теория.

6. Свойства потенциалозависимых натриевых каналов. Модель Хилле. Блокаторы каналов.

7. Щелевые соединения. Синаптическая передача. Роль ионов кальция.

8. Секреция нейромедиаторов нервными окончаниями. Постсинаптические потенциалы.

9. Эндокринная система. Передача сигналов от рецепторов плазматической мембраны внутрь клетки. Роль ионов кальция.

### **б) Самостоятельная работа студентов.**

#### **Темы рефератов:**

1. Свойства «живой материи»;
2. Электрические поля (частотный состав и их влияния на организм);
3. Электростатические поля (многоуровневые);
4. Магнитные поля (магнитостатика, магнитобиология);
5. Действие радиации на организм человека;
6. Биологическое действие ионизирующей радиации на клетки;
7. Влияние радиации на кровь;
8. Информационные поля;
9. Свойства воды;
10. Влияние электромагнитного поля на организм человека;
11. Влияние Солнца и солнечных лучей на организм человека;
12. Влияние акустического поля (инфразвуковые и звуковые);
13. О природе живого;
14. Ритмы живого. Биоритмология;
15. Биогеофизика;
16. Автоколебательные процессы в тканях организма;
17. Биологическая кинетика;
18. Типы биологического поведения биосистем;
19. Биоэнергетика;
20. Фотобиологические процессы;
21. Передача информации в сенсорных системах организма;
22. Сенсорные системы организма;
23. Постоянство внутренней среды организма;
24. Система крови;
25. Строение, состав и функции сердца;
26. Эмбриональное развитие сердца;
27. Фазовая структура сердечного цикла

28. Проводящая система сердца;
29. Биомеханика и энергетика сердечной мышцы;
30. Ангиография сердца и сосудов;
31. Фонокардиография;
32. Векторкардиография
33. Электрокардиография: отведения, вид, назначение, структура;
34. Эхокардиография;
35. Пульсовая волна. Сфигмография и плетизмография;
36. Функциональная структура головного мозга;
37. Функциональная структура спинного мозга;
38. Электроэнцефалография;
39. Парасимпатическая и симпатическая нервные системы;
40. Центральная нервная система.

#### **в) Темы лабораторных работ:**

Методы регистрации, обработки и анализа электрокардиографической информации:

1. Статистический метод временной области анализа данных ритмограмм,
2. Статистический метод частотной области анализа данных ритмограмм,
3. Метод анализа производных параметров данных ритмограмм,
4. Морфологический метод анализа электрокардиограмм,
5. Структурно-топологический метод анализа ритмограмм.

#### **Вопросы для самостоятельной подготовки к защите лабораторных работ:**

- 1) Строение, общие характеристики и функции сердца.
- 2) Электрические свойства миокарда. ПП и ПД. Автоматия. Геометрия распространения возбуждения. Заместительные ритмы.
- 3) Постоянство внутренней среды организма и его регуляция. Гомеостаз. Функции крови. Состав крови. Кроветворение. Свертываемость.
- 4) Внутрисердечные и внесердечные механизмы регуляции кровотока. Гуморальные механизмы регуляции кровотока.
- 5) Общие принципы функционирования сенсорных систем. Трансформация раздражений в рецепторах.
- 6) Электрокардиограмма: анализ размеров зубцов, сегментов и интервалов. Сравнение нормы и собственных экспериментальных данных.
- 7) Ритмограмма. RR-интервалограмма. Метод ВСП. Показатели ВСП.
- 8) Сравнительный анализ по показателям ВСП собственных ритмограмм с цифровыми рядами, полученными генерацией случайных чисел.
- 9) Вариабельность ритма сердца
- 10) Новые методы обработки и анализа электрокардиограмм (ЭКГ).
- 11) Энтропия ритма сердца
- 12) Методика перерасчета стандартов норм ВСП по математическому ожиданию энтропии нормального распределения

#### **г) Вопросы к зачету с оценкой**

1. Термодинамические потенциалы. Свободная и связанная энергии. Критерии устойчивости процессов.
2. Химический и электрохимический потенциалы. Второе начало термодинамики и условия равновесия.

3. Равновесное и стационарное состояния. Изменение энтропии в открытых системах. Средство химической реакции. Продукция энтропии.
4. Скорость продукции энтропии и диссипативная функция. Линейная зависимость между обобщенными потоком и силой.
5. Соотношение взаимности Онзагера. Сопряжение потоков.
6. Теорема Пригожина. Критерий установления стационарного состояния. Устойчивость стационарного состояния.
7. Принцип минимума продукции энтропии. Устойчивость стационарных состояний вдали от равновесия. Бифуркация и нарушение симметрии.
8. Предмет молекулярной биофизики. Макромолекула. Клубок и глобула. Конформации макромолекул.
9. Силы, стабилизирующие пространственную структуру макромолекулы. Структура воды.
10. Водородные связи. Гидрофобные взаимодействия.
11. Взаимодействия между макромолекулами в растворе. Экранирование Дебая - Хюккеля.
12. Состав макромолекул белков. Первичная структура белков. Нуклеационная модель свертывания белков.
13. Вторичная структура белков.
14. Сверхвторичные структуры. Третичная структура белка. Домены. Динамика белковой структуры.
15. Три основные причины эволюции по Ламарку. Правила Чаргаффа. Первичная структура нуклеиновых кислот.
16. Механизм самовоспроизведения и передачи информации дочерним клеткам. Двойная спираль ДНК.
17. Репликация ДНК. Синтез белков в клетке (по Азерникову).
18. Синтез секреторных и мембранных белков (по Альбертсу).
19. Биологическое кодирование. Модель регуляции белкового синтеза.
20. Ферментный катализ.
21. Биофизика клетки. Строение и состав. Регуляция клеточных процессов. Дифференцировка клеток.
22. Молекулярная организация клеточных мембран.
23. Динамика липидов в мембране.
24. Латеральная диффузия липидов и белков в мембранах. Ассиметрия мембран. Жидкостно-мозаичная структура.
25. Пассивный транспорт. Активный транспорт. Механизм активного переноса ионов. Сопряженный транспорт.
26. Эндоцитоз (экзоцитоз).
27. Физические свойства мембраны как фазы. Мембранный потенциал. Мембранный потенциал в случае ионного равновесия. Потенциал покоя.
28. Избирательная ионная проницаемость клеточных мембран.
29. Деполяризация мембраны. Потенциал действия. Реполяризация. Период рефрактерности. Характерные свойства потенциала действия.
30. Распространение потенциала действия. Кабельная теория.
31. Свойства потенциалозависимых натриевых каналов. Модель Хилле. Блокаторы каналов.
32. Щелевые соединения. Синаптическая передача. Роль ионов кальция.
33. Секреция нейромедиаторов нервными окончаниями. Постсинаптические потенциалы.
34. Эндокринная система. Передача сигналов от рецепторов плазматической мембраны внутрь клетки. Роль ионов кальция.
35. Строение и функциональные возможности сердца. Архитектура и общие характеристики.



36. Структурные особенности миокарда.
37. Электрические свойства миокарда. ПП и ПД. Автоматия. Геометрия распространения возбуждения. Заместительные ритмы.
38. Постоянство внутренней среды организма и его регуляция. Гомеостаз. Функции крови. Состав крови. Кроветворение. Свертываемость.
39. Внутрисердечные и внесердечные механизмы регуляции кровотока. Гуморальные механизмы регуляции кровотока. Регуляция газового состава крови. Понятия о регуляции температуры и осмотического давления крови.
40. Общие принципы функционирования сенсорных систем.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «БИОФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИВЫХ СИСТЕМ»**

### **а) Основная литература:**

1. Кузнецов, А.А. Биофизические основы живых систем: учеб. пособие. / А.А. Кузнецов; Владим. Гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 112 с. – ISBN 978-5-9984-0621-8.
2. Кузнецов, А.А. Биофизика ионизирующих и неионизирующих излучений: учеб. пособие / А.А. Кузнецов; Владим. Гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. – 143 с.- ISBN 978-5-9984-0668-3
3. Кузнецов, А.А. Биофизика сердца: учеб. пособие в 2 Кн. Кн. 1. Неинвазивные методы исследования сердца/ А.А. Кузнецов; Владим. Гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ. 2013. – 220 с. – ISBN 978-5-9984-0335-4 (Кн. 1) -ISBN 978-5-9984-0338-5
4. Кузнецов, А.А. Биофизика сердца: учеб. пособие в 2 Кн. Кн. 2. Электрокардиографическое холтеровское мониторирование для исследования variability сердечного ритма условно здоровых людей/ А.А. Кузнецов; Владим. Гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ. 2013. – 84 с. ISBN 978-5-9984-0336-1 (Кн. 2) – ISBN 978-5-9984-0338-5

### **б) Дополнительная литература.**

1. Кузнецов, А.А. Биофизика сердца. Методы обработки и анализа электрокардиографической информации при донозологических исследованиях: учеб. пособие/ А.А. Кузнецов; Владим. Гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ. 2012. – 237 с. – ISBN 978-5-9984-0177-0
2. Нефедов, Е.И. Взаимодействие физических полей с биологическими объектами / Е.И. Нефедов, А.А. Яшин, Т.И. Субботина. – М.: КУРС НИЦ ИНФРА-М. 2015. -344 с. – ISBN 975-5-906818-19-5
3. Волькенштейн, М.В. Биофизика : учебное пособие / М.В. Волькенштейн. — Москва: Лань. Классическая учебная литература по физике. 2012. — 594 с.
4. Плутахин, Г.А. Биофизика / Г.А. Плутахин, А. Г. Кощаев. – М.: Лань. 2012.– 240 с.
5. Печуркин, Н.С. Энергетическая направленность развития жизни на планете Земля: монография/ Н.С. Печуркин. –Красноярск: Сибирский федеральный университет. 2010. - 405 с. – ISBN 978-5-7638-1954-0

### **в) Периодические издания:**

Рекомендуемые журналы перечня ВАК РФ:

Биомедицинские технологии и радиоэлектроника (Москва), Информационные технологии (Москва), Инфокоммуникационные технологии (Самара), Измерительная техника (Москва), Физиология человека (Москва, РАН), Биофизика (Москва РАН), Успехи современной радиоэлектроники (Москва), Информатика и ее применения (Москва), Информационно-управляющие системы (С.- Петербург).

Г) программное обеспечение и Интернет ресурсы:

▪ Лицензированный программный автоматизированный комплекс амбулаторного обследования и регистрации электрокардиосигнала «AnnAFlesh3000» и его обработки и анализа «EScreen» (MCS, г. Зеленоград). *Medical Computer Systems, Zelenograd, Moscow*: <http://www.mks.ru>

▪ <http://www.znaniium.com/catalog.php.bookinfo>, <http://e.lib.vlsu.ru:80/handle/123456789>, <http://e.lanbook.com/books>;

▪ Средства сбора, первичного анализа, обработки данных для имитационных моделей электрокардиограмм в табличном процессоре *Microsoft Office Excel*.


## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором (529-3) и ноутбуком.

Аудитория для проведения лабораторных занятий, оснащённая современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением, аудитории вычислительного центра.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Рабочую программу составил  А.А. Кузнецов  
проф. по каф. «Общей и прикладной физики», к.ф.-м.н. и д.т.н

Рецензент (ы)  А.А. Заякин  
доцент, кандидат физ.-мат. наук, каф. «Физики и прикладной математики»

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ««Общей и прикладной физики»»

протокол № 5а от 14.04. 2015 года.

Заведующий кафедрой  В.В. Дорожков

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

протокол № 8 от 16.04.15 года.

Председатель комиссии  Л.Т. Сушкова