

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)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР



А.А.Панфилов

« 16 » 04 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Направление подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Профиль подготовки \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования \_\_\_\_\_ бакалавриат

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)
4	3/108	18	18	-	72	Зачет
Итого	3/108	18	18	-	72	Зачет

Владимир 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Физические основы биомедицинских технологий» являются ознакомление с прикладными основами биофизики как современной комплексной фундаментальной науки о биологических системах, формирования инженерно-технического мировоззрения об особенностях сложных живых систем.

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

- способность 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 подходов, методов и концепций прикладных основ биофизики с получением целостного представления об основных процессах и явлениях 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 дисциплина «Физические основы биомедицинских технологий» является прикладной биофизикой и средством образовательного воздействия, помогая формированию инженерно-технического мировоззрения. Данная дисциплина имеет ознакомительную теоретическую направленность и относится к специальным дисциплинам. При ее изучении требуются знания, полученные ранее по естественнонаучным дисциплинам в рамках естественнонаучного цикла обучения. Для успешного освоения курса студентам необходимо пройти курс общей физики, биофизических основ живых систем и знать следующие разделы высшей математики: дифференциальное и интегральное исчисление, 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 физических основ биомедицинских технологий вырабатывает специфический метод мышления, физиологическую интуицию, которые оказываются полезными и в других науках инженерно-медицинских направлений обучения. Специалисты, получившие прикладное 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 3 зачетные единицы, 108 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
				лк	пр	лаб. раб	СРС		
1	Раздел 1. Биофизика ионизирующих излучений	4	1-8	8	10	-	24	8/50	
	Тема 1. Ионизирующие коротковолновые электромагнитные излучения.		1	1	1		6		
	Тема 2. Ионизирующие корпускулярные излучения.		1	1	1		6		
	Тема 3. Биологическое действие ионизирующей радиации Дозиметрия.		3	1	1		4		
	Тема 4. Источники ионизирующего излучения		3	1	1		4		Рейтинг-контроль №1
	Тема 5. Поступление радионуклидов в организм.		5	1	1		-		
	Тема 6. Основы количественной радиобиологии.		5	1	1		4		
	Тема 7. Биологические и химические изменения при облучении.		7	0,5	1		-		
	Тема 8. Действие ионизирующего излучения на макромолекулы.		7	0,5	1		-		
	Тема 9. Действие излучения на ткани, органы и системы организма.		7	0,5	1		-		
	Тема 10. Действие излучения на наследственные свойства организма.		7	0,5	1		-		Рейтинг-контроль №2
2	Раздел 2. Биофизика неионизирующих излучений	4	9-18	10	8	-	48	10/50	
	Тема 1. Сенсорные системы и органы чувств		9	2	1		10		
	Тема 2. Биофизика акустических излучений.		11	2	2		10		
	Тема 3. Биофизика электрических полей.		13	2	3		10		
	Тема 4. Магнитные поля внешней среды и организма человека		15	2	2		10		
	Тема 5. Биофизика электромагнитных излучений.		17	2	2		8		Рейтинг-контроль №3
Всего		4	18	18	18	-	72	18/50	Зачет

## Тематический план дисциплины

### I. Биофизика ионизирующих излучений

- I.1. Ионизирующие коротковолновые электромагнитные излучения. Рентгеновское излучение. Историческая справка. Излучение торможения. Характеристическое излучение.
- I.2. Ионизирующие корпускулярные излучения. Излучение и поглощение  $\alpha$ -частиц. Излучение и поглощение электронов. Излучение и поглощение нейтронов.
- I.3. Биологическое действие ионизирующей радиации. Дозиметрия. Активность радионуклида. Дозы ионизирующих излучений и единицы измерения. Летальные дозы.
- I.4. Источники ионизирующего излучения. Природные источники ионизирующего излучения. Искусственные источники ионизирующего излучения. Опасные и неопасные дозы облучения.
- I.5. Поступление радионуклидов в организм. Внутреннее облучение. Ингаляционное поступление и всасывание. Поступление из ЖКТ. Распределение радионуклидов в организме. Выведение радионуклидов из организма. Нормирование поступления радионуклидов.
- I.6. Основы количественной радиобиологии. Меры радиобиологических эффектов. Принципы количественной радиобиологии.
- I.7. Биологические и химические изменения при облучении. Биологические изменения при облучении. Химические изменения, вызванные ионизирующим излучением.
- I.8. Действие ионизирующего излучения на макромолекулы. Действие излучения на белки. Действие излучения на нуклеиновые кислоты. Радиационное поражение клеточных мембран и органелл. Клеточные эффекты ионизирующего излучения. Правило Бергонье и Трибондо.
- I.9. Действие излучения на ткани, органы и системы организма. Действие излучения на тканевом уровне. Отдаленные радиационные эффекты. Реакция кожи на местное внешнее облучение. Реакция легких на облучение. Реакция глаза на облучение. Нейроэндокринная система. Действие ионизирующих излучений на высшую нервную деятельность. Канцерогенное действие ионизирующих излучений. Лучевая болезнь.
- I.10. Действие излучения на наследственные свойства организма. Мутации и механизм их возникновения. Хромосомные перестройки, препятствующие делению клеток. Последствия мутаций.

### II. Биофизика неионизирующих излучений

- II.1. Сенсорные системы и органы чувств. Предмет биофизики неионизирующих излучений. Общие принципы функционирования сенсорных систем. Передача и переработка информации в нервных центрах. Трансформация раздражений в рецепторах сенсорных систем. Механорецепторы. Терморецепторы. Фоторецепторы. Слуховой анализатор.
- II.2. Биофизика акустических излучений. Природа и физические характеристики звука. Характеристики слуховых ощущений. Волновое сопротивление. Отражение звуковых волн. Ультразвук. Инфразвук. Звуковые методы исследований в медицине
- II.3. Биофизика электрических полей. Биоэлектрогенез на клеточном уровне. Биофизика электрических полей на межклеточном уровне. Электропорация. Электротрансфекция. Движение клеток. Электрослияние мембран. Деформация мембран. Электрические свойства биологических тканей и жидкостей. Первичное действие постоянного тока на ткани организма. Воздействие переменным электрическим полем. Воздействие переменными импульсными токами.
- II.4. Магнитные поля внешней среды и организма человека. Магнитобиология. Биомagnetизм. Воздействие переменным магнитным полем.
- II.5. Биофизика электромагнитных излучений. Источники теплового излучения. Теплоотдача организма. Понятие о термографии. Источники электромагнитных волн диапазона СВЧ-излучения. Действие СВЧ-излучения на биообъекты. Поглощение СВЧ-энергии. Источники электромагнитных волн СНЧ – излучения. Влияние СНЧ ЭМПЗ на организм.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- лекционно-семинарская система обучения (традиционные лекционные занятия с элементами текущего опроса);
- обучение в малых группах (выполнение и защита рефератов в группах из 2 - 3 человек);
- применение мультимедиа технологий на лекционных занятиях;
- мастер-классы демонстраций приёмов, технологий, методов экспериментальной диагностики;

## 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. Типы ионизирующих излучений. Рентгеновское излучение. Излучение торможения.
2. Характеристическое излучение. Гамма-излучение.
3. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Фотоэффект,
4. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Эффект Комптона, эффект образования пар,
5. Излучение и поглощение  $\alpha$ -частиц.
6. Излучение и поглощение электронов и нейтронов.
7. Уравнение Бете-Блоха. Пик Брега. Излучение заряженных частиц больших энергий.
8. Дозы ионизирующих излучений и единицы измерения.
9. Активность радионуклида. Летальные дозы.
10. Природные источники ионизирующего излучения.
11. Искусственные источники ионизирующего излучения.
12. Опасные и неопасные дозы облучения.
13. Внутреннее облучение. Ингаляционное поступление и всасывание в легких. Поступление из ЖКТ. Всасывание через кожу.
14. Распределение радионуклидов в организме. Выведение радионуклидов из организма. Нормирование поступления радионуклидов.

#### Рейтинг-контроль № 2 .

1. Меры радиобиологических эффектов.
2. Принципы количественной радиобиологии.
3. Биологические и химические изменения, вызванные ионизирующим излучением.
4. Действие излучения на белки. Действие излучения на нуклеиновые кислоты.
5. Радиационное поражение клеточных мембран и органелл. Клеточные эффекты ионизирующего излучения. Правило Бергонье и Трибондо.
6. Действие излучения на тканевом уровне. Отдаленные радиационные эффекты.
7. Реакция кожи на местное внешнее облучение. Реакция легких на облучение. Реакция глаза на облучение.
8. Нейроэндокринная система. Действие ионизирующих излучений на высшую нервную деятельность.
9. Канцерогенное действие ионизирующих излучений.
10. Лучевая болезнь.
11. Мутации и механизм их возникновения.
12. Хромосомные перестройки, препятствующие делению клеток. Последствия мутаций.
13. Радиобиология. Рентгенодиагностика. Радиоизотопная диагностика.

### Рейтинг-контроль № 3

1. Предмет биофизики неионизирующих излучений. Общие принципы функционирования сенсорных систем.
2. Передача и переработка информации в нервных центрах. Трансформация раздражений в рецепторах сенсорных систем.
3. Механорецепторы. Терморецепторы. Фоторецепторы. Слуховой анализатор
4. Природа и физические характеристики звука.
5. Характеристики слуховых ощущений. Волновое сопротивление. Отражение звуковых волн.
6. Ультразвук. Инфразвук. Звуковые методы исследований в медицине
7. Биоэлектрогенез на клеточном уровне. Биофизика электрических полей на межклеточном уровне.
8. Электропорация. Электротрансфекция. Движение клеток. Электрослияние мембран. Деформация мембран.
9. Электрические свойства биологических тканей и жидкостей.
10. Зависимость диэлектрической проницаемости биологической ткани от частоты поля. Проникновение и поглощение ЭМ-энергии в биосистеме.
11. Первичное действие постоянного тока на ткани организма. Воздействие переменным электрическим полем. Воздействие переменными импульсными токами.
12. Магнитобиология.
13. Биомagnetизм. Воздействие переменным магнитным полем.
14. Излучение Солнца. Шкала электромагнитных волн. Инфракрасное излучение.
15. Теплоотдача организма. Понятие о термографии.
16. Ультрафиолетовое излучение.
17. Источники СВЧ-излучения. Действие СВЧ-излучения на биологические объекты.
18. Поглощение СВЧ-энергии в биологических объектах. Биофизические эффекты действия микроволн.
19. Классификация по источникам диапазона СНЧ.
20. Информационное влияние СНЧ ЭМПЗ на организм человека.

#### б) Самостоятельная работа студентов

##### Темы рефератов:

1. Электрические поля (частотный состав и их влияния на организм);
2. Электростатические поля (многоуровневые);
3. Магнитные поля (магнитостатика, магнитобиология);
4. Действие радиации на организм человека;
5. Биологическое действие ионизирующей радиации на клетки;
6. Влияние радиации на кровь;
7. Информационные поля;
8. Физические и информационные свойства воды;
9. Влияние электромагнитного поля на организм человека;
10. Влияние Солнца и солнечных лучей на организм человека;
11. Влияние акустического поля (инфразвуковые и звуковые);
12. О природе живого;
13. Ритмы живого. Биоритмология;
14. Биогеофизика;
15. Ангиография сердца и сосудов;
16. Фонокардиография;
17. Векторкардиография
18. Электрокардиография: отведения, вид, назначение, структура;
19. Морфологический метод анализа электрокардиограмм,
20. Эхокардиография;

21. Пульсовая волна. Сфигмография и плетизмография;
22. Электроэнцефалография;
23. Парасимпатическая и симпатическая нервныe системы;
24. Центральная нервная система.
25. Томография

**в) Задачи практических занятий:**

Раздел I. Занятие № 1.

1. Найти коротковолновую границу непрерывного рентгеновского спектра, если к рентгеновской трубке приложена разность потенциалов: 30 кВ, 40 кВ и 50 кВ.

2. Определить материал анодного зеркала рентгеновской трубки, если при напряжении 90 кВ анодом и катодом, КПД трубки составил 0,1%. Коэффициент пропорциональности  $k = 1,5 \cdot 10^{-10} \text{ В}^{-1}$ .

3. Какое наименьшее напряжение надо приложить к рентгеновской трубке, чтобы получить все линии *K*-серии, если в качестве материала антикатада использовать: 1) медь, 2) серебро, 3) вольфрам и 4) платину?

4. Найти наибольшую длину волны *K*-серии рентгеновских лучей в трубке с антикатодом из: молибдена, тантала, вольфрама, платины.

Занятие № 2.

5. Счетчик детектора альфа-, бета- и гамма-излучения фиксирует большую скорость счета. При вставке листа бумаги между радиоактивным источником и детектором скорость счета резко падает, оставаясь выше фонового. При вставке листа алюминия скорость счета практически не меняется. Определить с разьяснением вид излучения.

6. Счетчик детектора радиоактивного излучения последовательно за каждую из трех минут показывает: 11, 9 и 16 импульсов в минуту. При размещении радиоактивного источника вблизи окна трубки, счетчик за три последовательные минуты показывает значения: 1310, 1270 и 1296 импульсов в минуту. При вставке листа бумаги между источником и окном скорости счета за три последовательные минуты составляют: 1250, 1242 и 1236 импульсов в минуту. При замене листа бумаги листом алюминия толщиной 2 см счетчик за три последовательные минуты показывает значения: 13, 12 и 11 импульсов в минуту. Почему показания счетчика не равны нулю при отсутствии источника радиоактивного излучения? Почему показания в каждой группе измерений отличаются? Определить вид излучения радиоактивного источника.

7. Определить массу радона с активностью 1 Ки.

8. Если при нормальных условиях средний свободный пробег вылетающей из радона  $\alpha$ -частицы равен 3,5 см (см. в прил. 1, табл. 5), то какое количество тепла выделяет 1 Ки радона в час и за среднее время жизни?

9. Активность радона в закрытом сосуде 500 мКи. Определить изотоп радона и время, через которое активность радона в сосуде станет равной  $3 \cdot 10^9$  Бк. Постоянная распада  $\lambda = 0,181 \text{ сут}^{-1}$ .

Занятие № 3.

10. Количество  $N'$  радона помещено в пустой сосуд. Построить кривую зависимости изменения количества радона  $N/N'$  в сосуде от времени в интервале  $0 \leq t \leq 20$  суток через каждые 2 суток. Для радона  $\lambda = 0,181 \text{ суток}^{-1}$ . По кривой найти период полураспада  $T$ .

11. Постоянная распада  $\lambda$  радиоактивного изотопа натрия, входящего в состав тканей организма человека, равна  $1,28 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ . Чему равны среднее время жизни и процент распада изотопа за это время?

12. Найти число распавшихся ядер  ${}_{53}^{130}\text{I}$  за сутки. Начальное число ядер  $N_0 = 10^{22}$ .

13. Сколько ядер из одного моля радиоактивного кобальта  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  распадается за первый, второй и третий месяцы?

14. Возраст древнего деревянного предмета приближенно определяется по удельной массовой активности изотопа  ${}^{14}_6\text{C}$  в нем. Сколько лет тому назад было срублено дерево, которое пошло на изготовление предмета, если удельная массовая активность углерода в нем составляет  $\frac{3}{4}$  от удельной массовой активности растущего дерева?

15. Определить изменение интенсивности рентгеновских лучей с длиной волны  $0,2 \text{ \AA}$  при прохождении слоя железа толщиной  $0,15 \text{ мм}$ . Массовый коэффициент поглощения железа для этой длины волны  $\mu_m = 1,1 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ . Найти толщину слоя половинного ослабления для железа.

Занятие № 4.

16. Определить величину поглощенной дозы  $D_n$  излучения воздухом при нормальных условиях и энергетически эквивалентную экспозиционной дозе  $X = 1$  Рентген.

17. Тело массой  $36 \text{ кг}$  в течение  $1,5$  часов поглотило энергию  $7,2 \text{ Дж}$  ионизирующего излучения. Определить поглощенную дозу и мощность поглощенной дозы в единицах СИ и во внесистемных единицах.

18. У карманного дозиметра емкостью  $C = 2 \text{ пФ}$  эффективная вместимость  $V$  ионизационной камеры равна  $1 \text{ см}^3$ . Камера содержит воздух при нормальных условиях. Дозиметр заряжен до потенциала  $\varphi_1 = 150 \text{ В}$ . Под действием излучения потенциал снизился до  $\varphi_2 = 110 \text{ В}$ . Определить экспозиционную дозу  $X$  излучения.

19. Под действием космических лучей за промежуток времени  $\Delta t = 1$  минут в воздухе объемом  $V = 1 \text{ см}^3$  при нормальных условиях образуется в среднем  $N = 120$  пар ионов. Определить экспозиционную дозу  $X$  излучения, действию которого подвергается человек за  $t = 1$  сутки.

20. На расстоянии  $r = 1 \text{ м}$  от точечного источника мощность  $P_{\text{экс}}$  экспозиционной дозы  $\gamma$ -излучения равна  $50 \text{ мР/мин}$ . Определить минимальное расстояние от источника, на котором можно ежедневно работать по  $6$  часов без защиты. Предельно допустимой эквивалентной дозой при профессиональном облучении считать  $5 \text{ бэр}$  в течение года. Поглощение  $\gamma$ -излучения воздухом не учитывать.

Занятие № 5.

21. Определить эквивалентную дозу для костной ткани человека поглощающей  $\alpha$ -частицы. Экспозиционная доза составила при этом величину  $3 \cdot 10^{-13} \text{ Кл/кг}$ . Ответ дать в единицах СИ и внесистемных единицах. Переходный коэффициент  $f = 3$ .

22. Выразить величину мощности  $P_{\text{экс}} = 4000 \text{ мкЗв/год}$  эквивалентной дозы для рентгеновского и  $\gamma$ -излучений в единицах мощности экспозиционной дозы во внесистемных единицах  $\text{мкР/час}$ , принимая переходный коэффициент  $f = 2$ .

23. Провести анализ данных предельно допустимых доз облучения (см. прил. 1, табл. П.9), ответив на следующие вопросы: 1. Как соотносятся данные соседних столбцов (недели – годы) в строках? 2. Как меняются ограничения по предельно допустимым дозам облучения (по строкам и столбцам) и какой категории соответствуют наибольшие ограничения? 3. Сопоставить данные с коэффициентами радиационного риска (см. с. 10).

Раздел II. Занятие № 1.

1. Одинаковой ли высоты будет казаться звук в случаях: а) источник звука движется навстречу неподвижному наблюдателю со скоростью  $v_{\text{и}} = 40 \text{ м/с}$ . б) наблюдатель движется навстречу неподвижному источнику с той же скоростью. в) В каком случае при  $v_{\text{и}} = v_{\text{н}}$  они могут быть одинаковыми? г) Для какого значения  $v_{\text{и}}$  они станут одинаковыми, если  $v_{\text{н}} = 40 \text{ м/с}$ . Частота источника звука  $\nu = 600 \text{ Гц}$ . Скорость звука равной  $331 \text{ м/с}$ .

2. Две машины движутся навстречу друг другу со скоростями  $v_1 = 20$  и  $v_2 = 10 \text{ м/с}$ . Первая машина подает сигнал с частотой  $\nu_1 = 800 \text{ Гц}$ . Какой частоты сигнал услышит во-



дитель второй машины: а) до встречи машин, б) после встречи машин. Температура воздуха  $15^{\circ}\text{C}$

3. Навстречу друг другу, с одинаковыми скоростями движутся два поезда. Определить чему должна быть равна скорость поездов, чтобы высота тона свистка одного из них, слышимого на другом, увеличилась в 10 раз. Скорость звука равна  $330\text{ м/с}$ ,

4. Ультразвуковая волна, с частотой колебаний  $1\text{ МГц}$ , отражается от поверхности клапана сердца, движущегося навстречу распространению волны со скоростью  $6 \cdot 10^{-2}\text{ м/с}$ . Определить изменение частоты колебаний в отраженной волне, вызванное эффектом Доплера.

5. Определить скорость эритроцитов, движущихся с потоком крови в сонной артерии, если доплеровская частота при отражении ультразвука от эритроцитов оказалась  $2,997\text{ МГц}$ . Частота ультразвука, падающего под углом  $60^{\circ}$  к оси артерии равна  $3\text{ МГц}$ , а скорость его в крови принять  $1,5\text{ км/с}$ .

6. Определить скорость движения стенки артерии, если частота ультразвука  $1,2\text{ МГц}$ , а сдвиг частоты, за счет Доплер-эффекта, составил  $3,0\text{ Гц}$ . (Скорость распространения ультразвука  $1500\text{ м/с}$ .)

Занятие № 2.

7. Для лечения локализованного воспаления мышечной ткани применяют ультразвук с интенсивностью  $0,6\text{ Вт/м}^2$ . Какая энергия ультразвука пройдет внутрь ткани, если время процедуры  $10\text{ мин}$  и площадь головки излучателя  $4,5\text{ см}^2$ ? Коэффициент проникновения ультразвука внутрь ткани  $0,9$ .

8. Скорость колебания барабанной перепонки оказалась величиной одного порядка со скоростью смещения молекул воздуха при распространении плоской волны. Исходя из этого, оценить среднюю силу, действующую на барабанную перепонку человека площадью  $S = 66\text{ мм}^2$  и амплитуду колебания участков барабанной перепонки на частоте  $\nu = 1\text{ кГц}$ : а) для порога слышимости, б) для порога болевого ощущения.

9. Разрыв барабанной перепонки наступает при уровне интенсивности звука в  $L_0 = 150\text{ дБ}$ . Определить интенсивность, амплитудное значение звукового давления и амплитуду смещения частиц в волне для звука с частотой  $\nu = 1\text{ кГц}$ , при которых может наступить разрыв барабанной перепонки.

10. Ушные протекторы беруши снижают уровень интенсивности шума на  $20\text{ дБ}$ . Какова интенсивность шума в помещении, если через барабанную перепонку человека, надевшего беруши, за  $10\text{ мин}$  прошла энергия  $0,4\text{ мкДж}$ ? Площадь барабанной перепонки  $66\text{ мм}^2$ .

11. Уровни интенсивности звуков с частотами  $\nu_1 = 100\text{ Гц}$  и  $\nu_2 = 3000\text{ Гц}$  равны  $L = 50\text{ дБ}$ . Определить уровни громкости этих звуков.

Занятие № 3.

12. Определить интенсивности звуков с частотами  $\nu_1 = 100\text{ Гц}$ ,  $\nu_2 = 500\text{ Гц}$ ,  $\nu_3 = 1000\text{ Гц}$ , если уровень громкости звуков одинаков и равен  $E = 40\text{ фон}$ .

13. На сколько увеличилась громкость звука, если интенсивность звука увеличилась от порога слышимости в 1000 раз. Задачу решить для звука частотой: а)  $100\text{ Гц}$ , б)  $1\text{ кГц}$ . Пользоваться кривыми равной громкости.

14. Разговор одной студентки группы БТС создает уровень интенсивности шума  $50\text{ дБ}$ . Какой уровень интенсивности шума создает одновременный разговор 8 студенток?

15. Шуму на оживленной улице соответствует уровень громкости звука  $E_1 = 70\text{ фон}$ , крику  $E_2 = 80\text{ фон}$ . Какой будет уровень громкости звука, полученного в результате сложения крика и шума улицы при частоте, равной  $\nu = 1\text{ кГц}$ .

Занятие № 4.

16. Уличный шум громкостью 60 фон слышен в помещении, как шум громкостью 30 фон и интенсивностью  $10^{-8}$  Вт/м<sup>2</sup>. Найти интенсивность звука на улице и оценить изменение коэффициента  $k$  в формуле психофизического закона Вебера-Фехнера

17. При ультразвуковой терапии синовиита сустава ультразвук доходит до костной ткани, проходя через кожу толщиной 1 мм и мышечную ткань толщиной 5 мм. Во сколько раз интенсивность ультразвука, дошедшего до сустава, меньше его интенсивности на поверхности кожи? Показатели поглощения ультразвука с частотой 1 МГц в коже и в мышечной ткани соответственно равны:  $0,4 \text{ см}^{-1}$  и  $0,15 \text{ см}^{-1}$ .

#### г) Расчетно-графические работы (самостоятельная работа – решение задач)

Расчетно-графические работы (РГР) выполняются студентами в рамках самостоятельной работы в формах решений двух наборов задач (РГР 1 и РГР 2) по по двум указанным разделам (см. п. 2) с последующей их оформлением, представлением и защитой. Решения типовых задач и условия задач для самостоятельного решения представляются преподавателем в электронной форме старостам групп и выставляются на сайте. Темы РГР приведены ниже.

##### РГР 1: Биофизика неионизирующих излучений:

1. Акустическое воздействие на организм человека. Эффект Доплера. Характеристики излучения и восприятия звуковых волн. Кривые одинаковой громкости.
2. Биоэлектричество. Влияние электрических и магнитных полей. Электрические поля на клеточном уровне. Биоэлектrogenез.
3. Электрические характеристики биообъектов. Постоянный ток. Гальванизация.
4. Переменный импульсный ток высокой частоты. Диатермия. Дарсонвализация.
5. Переменный ток. УВЧ-терапия. Переменное магнитное поле. Индуктотермия
6. Электрические характеристики сердца.
7. Взаимодействие света с биологическим веществом. Фотометрия. Геометрическая оптика Фотобиология.
8. Тепловое излучение тел. Термография.

##### РГР 2. Биофизика ионизирующих излучений.

1. Характеристики рентгеновской трубки.
2. Тормозное и характеристическое рентгеновское излучение.
3. Естественная радиоактивность. Активность и период полураспада.
4. Ионизационные счетчики.
5. Поглощение рентгеновских лучей и  $\gamma$ -излучений не живой материей. Толщина слоя половинного ослабления
6. Дозиметрии ионизирующих излучений .
7. Эффективная эквивалентная доза облучения
8. Принципы радиобиологии.

#### д) Вопросы к зачету

1. Типы ионизирующих излучений. Рентгеновское излучение.
2. Характеристическое излучение. Гамма-излучение.
3. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Фотоэффект,
4. Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом. Излучение и поглощение  $\alpha$ -частиц.
5. Излучение и поглощение электронов и нейтронов.
6. Уравнение Бете - Блоха. Пик Брега. Излучение заряженных частиц больших энергий.
7. Дозы ионизирующих излучений и единицы измерения.
8. Активность радионуклида. Летальные дозы.

9. Природные источники ионизирующего излучения.
10. Искусственные источники ионизирующего излучения.
11. Опасные и неопасные дозы облучения.
12. Внутреннее облучение. Ингаляционное поступление и всасывание в легких. Поступление из ЖКТ. Всасывание через кожу.
13. Распределение радионуклидов в организме. Выведение радионуклидов из организма. Нормирование поступления радионуклидов.
14. Меры радиобиологических эффектов.
15. Принципы количественной радиобиологии.
16. Биологические изменения при облучении. Химические изменения, вызванные ионизирующим излучением.
17. Действие излучения на белки. Действие излучения на нуклеиновые кислоты.
18. Радиационное поражение клеточных мембран и органелл. Клеточные эффекты ионизирующего излучения. Правило Бергонье и Трибондо.
19. Действие излучения на тканевом уровне. Отдаленные радиационные эффекты.
20. Реакция кожи на местное внешнее облучение. Реакция легких на облучение. Реакция глаза на облучение.
21. Нейроэндокринная система. Действие ионизирующих излучений на высшую нервную деятельность.
22. Канцерогенное действие ионизирующих излучений.
23. Лучевая болезнь.
24. Мутации: механизм возникновения и последствия.
25. Понятия о радиобиологии, рентгенодиагностике, радиоизотопной диагностике.
26. Предмет биофизики неионизирующих излучений. Общие принципы функционирования сенсорных систем.
27. Передача и переработка информации в нервных центрах. Трансформация раздражений в рецепторах сенсорных систем.
28. Механорецепторы. Терморецепторы. Фоторецепторы. Слуховой анализатор.
29. Природа и физические характеристики звука.
30. Характеристики слуховых ощущений. Волновое сопротивление. Отражение.
31. Ультразвук. Инфразвук. Звуковые методы исследований в медицине.
32. Биоэлектрогенез на клеточном уровне. Биофизика электрических полей на межклеточном уровне.
33. Электропорация. Электротрансфекция. Движение клеток. Электрослияние мембран. Деформация мембран.
34. Электрические свойства биологических тканей и жидкостей.
35. Зависимость диэлектрической проницаемости биологической ткани от частоты поля. Проникновение и поглощение ЭМ-энергии в биосистеме.
36. Первичное действие постоянного тока на ткани организма. Воздействие переменным электрическим полем. Воздействие переменными импульсными токами.
37. Магнитобиология.
38. Биомagnetизм. Воздействие переменным магнитным полем.
39. Излучение Солнца. Шкала электромагнитных волн. Инфракрасное излучение.
40. Теплоотдача организма. Понятие о термографии.
41. Ультрафиолетовое излучение.
42. Источники СВЧ-излучения. Действие СВЧ-излучения на биообъекты.
43. Поглощение СВЧ-энергии в биообъектах. Биофизические эффекты действия микроволн.
44. Классификация по источникам диапазона СНЧ.
45. Информационное влияние СНЧ ЭМПЗ на организм человека.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ»

### а) Основная литература:

1. 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

2. 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.

3. 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

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. 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

3. Волькенштейн, М.В. Биофизика: учеб. пособие / М.В. Волькенштейн. – М.: 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.

### в) Периодические издания:

Рекомендуемые журналы перечня ВАК РФ:

Биомедицинские технологии и радиоэлектроника (Москва), Информационные технологии (Москва), Инфокоммуникационные технологии (Самара), Измерительная техника (Москва), Биофизика (Москва РАН), Успехи современной радиоэлектроники (Москва).

### 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 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, канд. 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

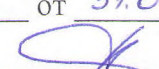
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

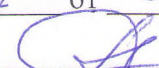
протокол № 8 от 16.04.2015 года.

Председатель комиссии  Л.Т. Сушкова

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016 / 2017 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 10 от 20.06.16. года  
Заведующий кафедрой  Л.Т. Сушкова

Рабочая программа одобрена на 2017 / 2018 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.2017 года  
Заведующий кафедрой  Л.Т. Сушкова

Рабочая программа одобрена на 2018 / 2019 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2018 года  
Заведующий кафедрой  Л.Т. Сушкова

Рабочая программа одобрена на 2019 / 20 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.19 года  
Заведующий кафедрой  Л.Т. Сушкова

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год  
Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_