

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

**Г.К. Ильич**

**ЗАДАНИЯ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ  
РАБОТУ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЯМ  
ПО МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ  
ФИЗИКЕ**

Учебно-методическое пособие



Минск 2004

УДК 577.3(075.8)  
ББК 28.707.1 я73  
И 46

А в т о р зав. каф. медицинской и биологической физики, доц. Г.К. Ильич

Р е ц е н з е н т ы: член-корр. Национальной Академии Наук Беларуси, д-р физ.-мат. наук, проф. А.П. Иванов; зав. каф. общей химии Белорусского государственного медицинского университета, проф. Е.В. Барковский

Утверждено Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 09.06.2004 г., протокол № 8

**Ильич Г.К.**

И 46 Задания на самостоятельную работу для подготовки к занятиям по медицинской и биологической физике. Учеб.-метод. пособие / Г.К. Ильич. – Мн: БГМУ, 2004. – 44 с. ISBN 985–462–339–4.

В виде контрольных вопросов, указаний, простых примеров и задач представлены задания для подготовки к практическим и лабораторным занятиям по медицинской и биологической физике. Предназначено для студентов первого курса медицинских вузов.

УДК 577.3(075.8)  
ББК 28.707.1 я73

---

Учебное издание

**Ильич Генрих Казимирович**

# **Задания на самостоятельную работу для подготовки к занятиям по медицинской и биологической физике**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск Г.К. Ильич  
Редактор Н.А. Лебедко  
Компьютерная верстка Н.М. Федорцовой

Подписано в печать \_\_\_\_\_, Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Печать офсетная. Гарнитура «Times».

Усл.-печ. л. \_\_\_\_\_. Уч.-изд. л. \_\_\_\_\_. Тираж \_\_\_\_ экз. Заказ \_\_\_\_\_.

Издатель и полиграфическое исполнение —

Белорусский государственный медицинский университет  
ЛВ № 02330/0056970 от 01.04.2004; ЛП № 02330/0056679 от 29.03.2004.  
220050, г. Минск, Ленинградская, 6.

ISBN 985–462–339–4

© Оформление. Белорусский государственный  
медицинский университет, 2004

## ЗАДАНИЕ № 1. ФУНКЦИИ И ГРАФИКИ. ПРОИЗВОДНАЯ ФУНКЦИИ

**Повторить материал средней школы по темам:**

1. Линейные, тригонометрические, показательные и логарифмические функции.
2. Пределы функций.
3. Производная функции, ее геометрический и физический смысл. Градиенты.
4. Правила дифференцирования (нахождение производных функций).
5. Экстремумы функций и их нахождение.

**Используя лекционный материал и учебную литературу изучить темы:**

1. Дифференциал функции одной переменной.
2. Частные производные и полный дифференциал.

**Вычислить пределы функций:**

$$\begin{aligned} 1) \lim_{x \rightarrow 2} (x^3 - 4x + 1); & \quad 2) \lim_{x \rightarrow -2} \frac{x^4 - 16}{x + 2}; & \quad 3) \lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^2 - 1}{2x^2 - x - 1}; \\ 4) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{6x^4 - x^3}{2x^4 + 3x^2}; & \quad 5) \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x}{x^2 + 2}; & \quad 6) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 5x}{x}. \end{aligned}$$

**Найти производные функций:**

$$\begin{aligned} 1) y = 2ax^3; & \quad 2) y = 3\sqrt{x}; & \quad 3) y = \sin^2 3x; & \quad 4) y = x^3 \cdot \ln x; \\ 5) y = 3e^{-x}; & \quad 6) y = \frac{\sin x}{\sqrt{x}}; & \quad 7) y = (e^x + \sqrt{x}) \cdot \ln x; & \quad 8) y = (\sin^2 x + 8x)^9. \end{aligned}$$

**Решить задачи:**

1. Зависимость пути  $S$  (в метрах), пройденного телом, от времени  $t$  (в секундах) определяется законом:  $S = t^2 - t + 5$ . Найти закон изменения со временем скорости и ускорения. Какова скорость тела через 2 с после начала движения?
2. Количество электричества  $Q$  (в кулонах), протекшего через проводник, в зависимости от времени  $t$  (в секундах) определяется формулой:  $Q = 2t^2 + 3t + 1$ . Найти силу тока в конце 5-й секунды.
3. Смещение  $l$  мышечного волокна в ответ на одиночный электрический импульс зависит от времени  $t$  по закону:  $l = te^{-t}$ . Найти зависимость скорости смещения волокна от времени.

### Литература

1. Лобозкая Н.Л. Основы высшей математики.
2. Ильич Г.К. Элементы высшей математики и теории вероятностей.
3. Конспект лекций.

## ЗАДАНИЕ № 2. ЭКСТРЕМУМЫ ФУНКЦИЙ.

### ДИФФЕРЕНЦИАЛ ФУНКЦИЙ.

#### ЧАСТНЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ И ПОЛНЫЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛ

*Используя конспект лекций, учебную литературу и материал первого занятия ответить на вопросы:*

1. Что такое экстремумы функций и каковы этапы исследования функций на экстремум?
2. Дайте определение дифференциала функций одной переменной. Проиллюстрируйте на графике функции геометрический смысл ее дифференциала.
3. Дайте определение частных производных. Каков их физический смысл?
4. Что такое частный и полный дифференциалы функций? Как применяется понятие полного дифференциала для оценки изменения функции многих переменных и в приближенных вычислениях значения функций?

*Исследовать на экстремум функции:*

$$1) y = 2 + x - x^2; \quad 2) y = 2x^2 - x^4; \quad 3) y = \frac{x^3}{3} - x; \quad 4) y = x \cdot e^{-x}.$$

*Вычислить без таблиц:*

$$1) \sqrt{37}; \quad 2) \lg 101; \quad 3) \sin 31^\circ; \quad 4) \lg 11.$$

*Найти полные дифференциалы функций:*

$$1) u = \sqrt{x} \cdot \sin^2 y; \quad 2) u = e^{x/y}; \quad 3) u = \sqrt{x^2 + y^2}; \quad 4) u = 2x\sqrt{y}.$$

*Решить задачи:*

1. Путь  $S$  (в метрах), проходимый движущимся телом, зависит от времени (в секундах) по закону:  $S = 5 - 13t + 12t^2 - t^3$ . Через какое время после начала движения скорость тела достигнет максимального значения?
2. Реакция организма  $R$  на введение некоторой дозы лекарственного вещества в зависимости от времени  $t$ , отсчитываемого от момента введения, описывается выражением:  $R_1(t) = ate^{-t}$ , где  $a$  – постоянный коэффициент. Реакция организма на введение другого лекарства в той же дозе определяется:  $R_2(t) = at^2 e^{-t}$ . На действие какого из лекарств максимальная реакция организма выше? Какое из лекарств действует медленнее?
3. На сколько изменится объем цилиндра с радиусом основания 2 м и высотой 1 м, если радиус уменьшится на 2 см, а высота увеличится на 3 см?

*Используя лекционный материал и учебную литературу изучить разделы высшей математики:*

«Первообразная функция и неопределенный интеграл».

«Определенный интеграл».

#### Литература

1. Лобочкая Н.Л. Основы высшей математики.
2. Ильич Г.К. Элементы высшей математики и теории вероятностей.
3. Конспект лекций.

### ЗАДАНИЕ № 3. ОСНОВЫ ИНТЕГРАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

**Повторить теоретический материал (см. последний раздел задания № 2) и ответить на вопросы:**

1. Что такое первообразная функция, неопределенный и определенный интегралы?
2. Каков геометрический смысл определенного и неопределенного интегралов?
3. Непосредственное интегрирование и интегрирование с помощью замены переменных (подстановки). Какова последовательность действий при использовании замены переменных для нахождения интегралов?
4. В чем состоит правило Ньютона-Лейбница для вычисления определенных интегралов?

**Найти интегралы:**

- 1)  $\int 3x^3 dx$ ;
- 2)  $\int (\sqrt{x} + \sin x + e^x) dx$ ;
- 3)  $\int \frac{\sin 2x}{\sin x} dx$ ;
- 4)  $\int e^{2x+1} dx$ ;
- 5)  $\int e^{\sin^2 x} \cdot \sin x \cdot \cos x dx$ ;
- 6)  $\int \frac{dx}{x \cdot \ln x}$ .

**Вычислить определенные интегралы:**

- 1)  $\int_0^{\pi/6} \sin 6x dx$ ;
- 2)  $\int_0^4 x\sqrt{x^2+9} dx$ ;
- 3)  $\int_0^1 \frac{e^x}{e^x+1} dx$ ;
- 4)  $\int_1^e \frac{\ln x}{x} dx$ ;
- 5)  $\int_1^2 (x^2 - 2x + 3) dx$ ;
- 6)  $\int_0^{\pi/4} \frac{dx}{\cos^2 x}$ .

**Вычислить площади фигур, ограниченных линиями:**

- 1)  $y = 4 - x^2$ ,  $y = 0$ ;
- 2)  $y = x^2 - 2$ ,  $y = 6 - x^2$ ;
- 3)  $y = x^3$ ,  $x = 2$ ,  $x = 3$ .

**Изучить раздел «Дифференциальные уравнения».**

#### Литература

1. Лобочкая Н.Л. Основы высшей математики.
2. Ильич Г.К. Элементы высшей математики и теории вероятностей.
3. Конспект лекций.

## ЗАДАНИЕ № 4. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

### **Ответить на вопросы:**

1. Какое уравнение называется дифференциальным? Приведите примеры законов физики, записанных в виде дифференциальных уравнений.
2. Что называют общим и частным решением дифференциального уравнения? Как из общего решения получить частное?
3. Как проверить, является ли некоторая функция решением заданного дифференциального уравнения?
4. В чем сущность метода разделения переменных, применяемого для решения некоторых простых дифференциальных уравнений?

### **Проверить, являются ли решениями заданных дифференциальных уравнений приведенные функции:**

$$1) y' = 3x^2 + 2; y = x^3 + 2x; \quad 2) y'' = x + y'; y = \frac{1}{x}; \quad 3) y'' = x^2; y = x^4/12.$$

### **Найти общие решения дифференциальных уравнений:**

$$1) y' = 2x^3 + 2; \quad 2) y' \cdot e^x = 1; \quad 3) y \cdot y' = x; \quad 4) y' = 1/x + e^x.$$

### **Найти частные решения дифференциальных уравнений:**

$$1) 2xy' = y, \quad \text{если при } x = 9 \quad y = 6;$$
$$2) (x + 1) dy = y dx, \quad \text{если при } x = 1 \quad y = 8;$$
$$3) 3y^2 y' = y^3 + 1, \quad \text{если при } x = 0 \quad y = 2.$$

### **Решить задачи:**

1. Скорость тела возрастает пропорционально пройденному пути. Какое расстояние пройдет тело за 4 с, если в начальный момент времени оно имело скорость 0,5 м/с и находилось на расстоянии 2 м от начала отсчета пути?
2. Скорость охлаждения тела пропорциональна разности температур тела и окружающей среды. Тело находится в термостате с температурой 0°C. До какой температуры тело охладится за 30 мин, если за 10 мин оно охладилось от 100°C до 50°C?
3. Лекарственное вещество вводится внутривенно через капельницу с постоянной скоростью  $v$  (мг/мин), а выводится из крови со скоростью, пропорциональной количеству вещества  $m$ , содержащемуся в крови на данный момент времени  $t$ . Найти закон, определяющий зависимость количества вещества в крови от времени, т. е. функцию  $m = f(t)$ .

*С целью подготовки к письменной контрольной работе, которая будет выполняться на последнем часу следующего занятия, повторить весь лекционный материал по разделу «Элементы высшей математики» и весь материал предыдущих практических занятий.*

### **Литература**

1. Лобозкая Н.Л. Основы высшей математики.
2. Ильич Г.К. Элементы высшей математики и теории вероятностей.
3. Конспект лекций.

## ЗАДАНИЕ № 5. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ

### *Ответить на вопросы:*

1. Какие события называют случайными? Дайте классическое определение вероятности и статистическое определение вероятности случайного события.
2. Сформулируйте теорему сложения вероятностей для несовместных событий.
3. Сформулируйте теорему умножения вероятностей для независимых событий.
4. Что такое условная вероятность события? Как формулируется теорема умножения вероятностей для зависимых событий?
5. Какова связь между вероятностью события и количеством информации, заключенном в сообщении о реализации данного события?
6. Приведите формулу Байеса, объясните смысл входящих в нее величин. Как формула Байеса используется в вероятностных подходах к задачам диагностики заболеваний?

### *Решить задачи:*

1. Найти вероятность выпадания четного числа при бросании игральной кости (однородный куб с написанными на его гранях цифрами от 1 до 6).
2. В клиническую больницу поступают пациенты с 4 видами болезней. Многолетние наблюдения показывают, что этим группам заболеваний соответствуют вероятности: 0,1; 0,4; 0,3; 0,2. Для лечения заболеваний, имеющих вероятности 0,1 и 0,2, необходимо производить гемосорбцию. Какое количество больных необходимо обеспечить соответствующим сорбентом, если в течение месяца поступает 1000 больных?
3. В урне имеется 7 белых и несколько черных шаров. Какова вероятность вытащить черный шар, если вероятность вынимания белого шара равна  $1/6$ ? Сколько черных шаров в урне?
4. Операция пересадки кожи приводит к успеху в 40 % всех случаев. Какова вероятность того, что пересадка кожи окажется успешной с третьей попытки? (Считается, что первые две попытки были неудачны).
5. Установлено, что курящие мужчины в возрасте свыше 40 лет умирают от рака легких в 10 раз чаще, чем некурящие. Предполагая, что 60 % мужчин этой возрастной группы курят, вычислить вероятность того, что мужчина, умерший от рака легких, курил.

### **Литература**

1. Лобоцкая Н.Л. Основы высшей математики.
2. Ильич Г.К. Элементы высшей математики и теории вероятностей.
3. Конспект лекций.

## ЗАДАНИЕ № 6. СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ, ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

### Ответить на вопросы:

1. Какую величину называют случайной? Какие случайные величины называют дискретными, а какие непрерывными? Приведите примеры из медицинской практики (организация здравоохранения, клиническая медицина, лабораторное дело).
2. Каковы законы распределения дискретной и непрерывной случайных величин?
3. Каково определение и смысл числовых характеристик случайных величин (математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратичное отклонение, мода, медиана)?
4. Нормальный закон распределения непрерывной случайной величины.
5. Основная задача медико-статистического исследования, генеральная совокупность и выборка.
6. Что такое варианты, простой статистический ряд, ранжированный ряд, вариационный ряд (дискретное статистическое распределение), интервальный ряд (непрерывное статистическое распределение)?
7. Графическое изображение вариационного ряда: полигон частот и гистограмма.
8. Понятие «нормы» для медицинских показателей.
9. Доверительная оценка параметров генеральной совокупности: доверительная вероятность, доверительный интервал, коэффициенты Стьюдента.

### Решить задачи:

1. Случайная величина представлена следующим законом распределения:

$X$	1	3	5	8
$P$	0,2	0,2	0,1	0,5

Найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратичное отклонение.

2. График функции распределения вероятностей имеет вид квадрата со сторонами  $a$  и  $b$ . Найти связь между  $a$  и  $b$ .
3. Плотность вероятности задана законом:

$$F(x) = \begin{cases} Kx, & 0 \leq x \leq 4 \\ 0, & x < 0, x > 4 \end{cases}$$

Найти коэффициент  $K$ , математическое ожидание и дисперсию.

### Решить примеры по задачку А.Н. Ремизова и др.

Изд. 1978 г. 8.4; 8.5; 8.6; 8.7; 8.13.

Изд. 1987 г. 1.74; 1.75; 1.76; 1.77; 1.83.

### Литература

1. Лобочкая Н.Л. Основы высшей математики.
2. Инсарова Н.И., Леценко В.Г. Элементы теории вероятностей и математической статистики.



## **ЗАДАНИЕ № 7. ТЕОРИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ. ОСНОВЫ КОРРЕЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА**

*Изучить раздел «Теория погрешностей» как пример статистической обработки данных. Ответить на вопросы:*

1. Какова классификация погрешностей измерений (прямые, косвенные, систематические, случайные)?
2. Как производится оценка случайных погрешностей прямых измерений?
3. Как производится обработка данных косвенных измерений? Как получить расчетные формулы для оценки случайных погрешностей косвенных измерений?
4. Как используются понятия доверительного интервала, доверительной вероятности, коэффициентов Стьюдента для установления погрешностей косвенно определяемых величин по ограниченному числу непосредственных прямых измерений?

*Изучить раздел «Корреляционный анализ». Ответить на вопросы:*

1. Чем отличается корреляционная зависимость от функциональной? Что такое корреляционное поле?
2. Что такое уравнение регрессии, линия регрессии? Как получить уравнение регрессии из данных статистической выборки?
3. Что такое коэффициент корреляции? Как он определяется для случая линейной регрессии?

### **Литература**

1. *Инсарова Н.И., Лещенко В.Г.* Элементы теории вероятностей и математической статистики.
2. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика.
3. *Лобозкая Н.Л.* Основы высшей математики.
4. *Конспект лекций.*

## **ЗАДАНИЕ № 8. ЗНАКОМСТВО С ПЕРСОНАЛЬНОЙ ЭВМ (1-Е ЗАНЯТИЕ)**

*Изучить следующий учебный материал:*

1. Представление информации в компьютере. Понятия бита, байта, килобайта, мегабайта и гигабайта.
2. Аппаратное обеспечение и его компоненты: основные блоки и периферия.
3. Структура компьютера: понятие о процессоре, оперативной и долговременной памяти, контроллерах и системной шине.
4. Программное обеспечение: основные виды программ. Понятие об операционной системе и интерфейсе.
5. Понятие о файле, папке и логическом диске.

### Литература

1. Крылов А.Б., Шеламова М.А. Основы компьютерных технологий: Метод. пособие. – С. 1–17, глава 2. «Операционная система Windows NT» (С. 17–33) и «Приложение. Памятка по работе с компьютером» (С. 60–64).
2. Конспект лекций.

## ЗАДАНИЕ № 9. ЗНАКОМСТВО С ПЕРСОНАЛЬНОЙ ЭВМ (2-Е ЗАНЯТИЕ)

### *Изучить следующий учебный материал:*

1. Включение и выключение компьютера.
2. Рабочий стол операционной системы, окна прикладных программ и диалоговые окна.
3. Манипуляции с окнами.
4. Открытие и закрытие прикладных программ.
5. Манипуляции с папками.

### Литература

1. Конспект первого занятия.
2. Крылов А.Б., Шеламова М.А. Основы компьютерных технологий: Метод. пособие. – С. 24–33, глава 3. «Текстовый процессор Word 97» (С. 38–55) и «Приложение. Памятка по работе с компьютером» (С. 60–64).

## ЗАДАНИЕ № 10. ЗНАКОМСТВО С ПЕРСОНАЛЬНОЙ ЭВМ (3-Е ЗАНЯТИЕ)

### *Изучить следующий учебный материал:*

1. Этапы работы с Word 97.
2. Элементы окна Word 97.
3. Создание или открытие документа, его сохранение и печать.
4. Редактирование документа и отмена ошибочных действий.
5. Форматирование документа.
6. Вставка графических объектов, предварительный просмотр документа.

### Литература

1. Конспект предыдущих занятий.
2. Крылов А.Б., Шеламова М.А. Основы компьютерных технологий: Метод. пособие. – С. 40–51.

## **ЗАДАНИЕ № 11. ЭЛЕМЕНТЫ БИОМЕХАНИКИ.**

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ КОСТИ ПО ИЗГИБУ»**

#### ***Ответить на вопросы:***

1. Что такое деформация твердого тела? Упругая и пластическая деформация? Перечислите основные виды деформаций твердых тел.
2. Что такое механическое напряжение?
3. Закон Гука для различных видов деформации. Физический смысл модуля упругости.
4. Диаграмма растяжения, пределы пропорциональности, упругости, текучести, прочности.
5. Методика определения модуля упругости кости в данной лабораторной работе.

#### ***Решить задачи:***

1. Подвешенное сухожилие длиной 9 см и диаметром 6 мм под действием груза массой 31,4 кг удлинится на 1 мм. Определить модуль упругости сухожилия.
2. Мышца длиной 5 см и диаметром 4 мм сократилась на 1 мм. Какая при этом была совершена работа? Модуль Юнга для мышечной ткани считать равным  $10^7$  Па.
3. Определить силу, необходимую для удлинения сухожилия сечением  $4 \text{ мм}^2$  на 2 % от его первоначальной длины. Модуль Юнга для сухожилия считать равным  $10^9$  Па.

#### **Литература**

1. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.
2. Горский Ф.К., Сакевич Н.М. Физический практикум с элементами электроники. Лабораторные работы № 4, 5.
3. Эссаулова И.А. и др. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Лабораторная работа № 17.

## **ЗАДАНИЕ № 12. СЕМИНАР ПО ТЕМЕ «БИОАКУСТИКА»**

#### ***Ответить на вопросы:***

1. Гармонические колебания. Дифференциальное уравнение. Выражения для смещения.
2. Затухающие колебания. Коэффициент затухания, логарифмический декремент затухания.
3. Вынужденные колебания. Резонанс.
4. Энергия гармонического колебания. Сложение гармонических колебаний с одинаковыми и разными частотами.

5. Разложение колебаний в гармонический спектр. Теорема Фурье. Применение гармонического анализа для обработки диагностических данных.
6. Волны в упругой среде (продольные и поперечные). Уравнение волны, поток энергии волны, интенсивность.
7. Природа, скорость и классификация звуков (тоны, шумы).
8. Физические и физиологические характеристики звука (частота, интенсивность, спектральный состав, высота, громкость, тембр).
9. Диаграмма слышимости, порог слышимости, порог болевого ощущения, область речи. Закон Вебера-Фехнера. Уровни интенсивности и уровни громкости звука, связь между ними и единицы измерения.
10. Отражение и поглощение акустических волн, акустический импеданс.
11. Коэффициент отражения акустических волн, показатель поглощения и его зависимость от частоты акустических волн.
12. Ультразвук. Получение ультразвука.
13. Применение ультразвука в диагностике. Методы получения изображений органов с помощью ультразвука (режимы диагностики А, В и М). Ультразвуковая томография.
14. Физические механизмы взаимодействия ультразвука с веществом. Терапевтическое применение ультразвука. Лекарственный фонофорез.
15. Применение ультразвука в хирургии.

**Решить задачи:**

1. Интенсивность звука частотой 5 кГц равна  $10^{-9}$  Вт/м<sup>2</sup>. Определить уровни интенсивности и громкости этого звука.
2. Уровень интенсивности звука от некоторого источника равен 60 дБ. Чему равен суммарный уровень интенсивности звука от десяти таких источников звука при их одновременном действии?
3. Уровень громкости звука частотой 200 Гц после его прохождения через стенку понизился от 100 до 20 фон. Во сколько раз уменьшилась интенсивность звука?
4. Ультразвуковая волна из воздуха проходит в воду перпендикулярно поверхности воды. Какая доля от падающей ультразвуковой энергии распространяется в воде? Скорость распространения акустических волн в воде 1500 м/с, в воздухе — 340 м/с, плотность воздуха — 1,29 кг/м<sup>3</sup>.
5. Определите коэффициент отражения ультразвуковой волны на границе раздела мышца — кость. Считайте плотность кости — 2 г/см<sup>3</sup>, мышцы — 1,2 г/см<sup>3</sup>. Примите скорость распространения акустических волн в кости равной 4 км/с, в мышце — 1,6 км/с.
6. Определите глубину нахождения инородного тела в мышечной ткани, если при ультразвуковой локации зафиксировано появление отраженного ультразвукового импульса через 20 мкс. Скорость ультразвука в мышечной ткани принять 1500 м/с.
7. Почему затруднена ультразвуковая диагностика состояния некоторых органов? Каких? Почему при ультразвуковом исследовании мочевого пузыря он должен быть заполнен жидкостью?

8. Для ультразвука частотой 3 МГц показатель его поглощения в мышечной ткани равен  $0,7 \text{ см}^{-1}$ . При какой толщине ткани интенсивность ультразвука уменьшается вдвое?

9. Для частоты 3 МГц показатель поглощения ультразвука равен  $0,7 \text{ см}^{-1}$ , а для частоты 10 МГц —  $7 \text{ см}^{-1}$ . Какую частоту предпочтительно использовать для ультразвукового исследования щитовидной железы, а какую — для исследования печени? Почему?

10. Почему отличается механизм фармакотерапевтического действия одних и тех же лекарственных веществ, вводимых с помощью инъекций и фонофореза?

#### Литература

1. *Ильич Г.К.* Колебания и волны, акустика, гемодинамика.
2. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика.

### ЗАДАНИЕ № 13. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ УША НА ПОРОГЕ СЛЫШИМОСТИ»

#### Ответить на вопросы:

1. Природа, скорость и классификация звуков (тоны, шумы).
2. Физические и физиологические характеристики звука (частота, интенсивность, спектральный состав, высота, громкость, тембр).
3. Диаграмма слышимости (порог слышимости, порог болевого ощущения, область речи).
4. Закон Вебера–Фехнера. Уровни интенсивности и уровни громкости звука, связь между ними и единицы измерения.
5. Звуковые методы исследования в клинике. Аускультация и перкуссия. Фонокардиография. Аудиометрия.
6. Методика определения порога слышимости (спектральной характеристики уха на пороге слышимости).

#### Литература

1. *Ильич Г.К.* Колебания и волны, акустика, гемодинамика.
2. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика.
3. *Горский Ф.К., Сакевич Н.М.* Физический практикум с элементами электроники. Лабораторная работа № 7.

## **ЗАДАНИЕ № 14. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ЖИДКОСТИ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ СПИРТОВЫХ РАСТВОРОВ»**

***Изучить теоретический материал и ответить на вопросы:***

1. В чем состоит сущность физического явления поверхностного натяжения?
2. Каков физический смысл коэффициента поверхностного натяжения, от чего он зависит, какова его размерность?
3. Явления смачивания и несмачивания.
4. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Формула Лапласа.
5. Капиллярные явления. Подъем жидкости в капиллярных трубках.
6. Методы определения коэффициента поверхностного натяжения жидкостей.
7. Получите расчетную формулу для определения коэффициента поверхностного натяжения методом Ребиндера.
8. В чем сущность газовой эмболии и каковы условия ее возникновения?
9. Какова роль поверхностного натяжения сурфактанта легких в процессе дыхания?

***Решить задачи:***

1. В капилляре диаметром 2,8 мм, погруженном в воду перпендикулярно ее поверхности, вода поднялась на высоту 1 см. Определите по этим данным коэффициент поверхностного натяжения воды.
2. При температуре 0°C коэффициент поверхностного натяжения на границе вода–воздух равен 75,6 мН/м, а при температуре 20°C — 72,6 мН/м. На сколько процентов изменится масса капли выпадающей из капилляра, при изменении температуры от 0°C до 20°C?
3. Пузырек воздуха, попавший в кровеносный сосуд, имеет радиусы кривизны 0,2 мм и 0,6 мм. Определить добавочное давление в пузырьке, препятствующее кровотоку (ответ привести в Па и мм рт. ст.). Коэффициент поверхностного натяжения на границе кровь–воздух 0,058 Н/м.

### **Литература**

1. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика.
2. *Горский Ф.К., Сакевич Н.М.* Физический практикум с элементами электроники.
3. *Эссаулова И.А.* и др. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Лабораторная работа № 16.

## ЗАДАНИЕ № 15. СЕМИНАР «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕМОДИНАМИКИ»

*Изучить теоретический материал и ответить на вопросы:*

1. Основные понятия гидродинамики идеальной жидкости. Условие неразрывности струи. Что такое объемная и линейная скорости кровотока? Какова связь между ними? Исходя из значений линейной скорости кровотока в аорте и в капиллярах, оцените соотношение между площадью поперечного сечения аорты и суммарной площадью поперечных сечений капилляров.

2. Уравнение Бернулли. Определение скорости жидкости с помощью трубки Пито. Всасывающее действие струи.

3. Вязкость жидкости. Формула Ньютона для силы трения в жидкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.

4. Вязкость воды и крови. Укажите значение вязкости крови в норме и пределы изменения ее значений при патологических процессах. Укажите причины, приводящие к изменению вязкости крови в организме. Сопоставьте вязкость венозной и артериальной крови.

5. Факторы, влияющие на вязкость движущейся крови в организме.

6. Основной закон течения вязкой жидкости — формула Пуазейля. Аналогия между законами гидродинамики и цепи электрического тока. Гидравлическое сопротивление.

7. Методы определения вязкости жидкости (метод Стокса, капиллярные и ротационные методы).

8. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Почему и в каких участках сосудистой системы течение крови может иметь турбулентный характер? Как обнаруживается турбулентное течение крови? Каковы физиологические последствия турбулентного течения крови?

9. Роль разветвления и эластичности кровеносных сосудов в системе кровообращения. Пульсовая волна. Скорость распространения пульсовой волны. Как зависит скорость распространения пульсовой волны от механических свойств и величины просвета сосуда? Укажите приблизительные значения скорости распространения пульсовой волны в аорте, артериях мышечного типа и в венах. Как и почему изменяется эта скорость с возрастом и с повышением артериального давления?

10. Распределение давления и скорости крови в сосудистой системе. Что принято называть систолическим, диастолическим и средним давлением крови? Что такое пульсовое давление? Трансмуральное? Гидростатическое?

11. На каком участке большого круга кровообращения наблюдается наибольшее падение давления крови? Почему? Покажите графически, как зависит давление крови от времени в крупных артериях. Отметьте на графике значения систолического, диастолического и пульсового давления. Как определяется среднее давление?

12. Методы определения давления крови. Физические основы метода Короткова–Ривароччи. Методы определения скорости движения крови.

13. Работа и мощность сердца. Рассчитайте работу сердца за 1 сокращение в покое. Найдите работу сердца за 1 сутки.

14. Каково соотношение составляющих работы сердца по преодолению статического давления крови (статический компонент) и по сообщению крови движения (кинетический компонент) в покое? Как и почему изменяется это соотношение при физической нагрузке?

#### **Литература**

1. *Ильич Г.К.* Колебания и волны, акустика, гемодинамика.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.

### **ЗАДАНИЕ № 16. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ ВИСКОЗИМЕТРОМ ОСТВАЛЬДА»**

#### ***Ответить на вопросы:***

1. Вязкость жидкости, коэффициент вязкости, его физический смысл и размерность. Формула Ньютона.

2. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.

3. Вязкость воды и вязкость крови. Факторы, влияющие на вязкость движущейся крови.

4. Ламинарное течение вязкой жидкости в цилиндрических трубах. Формула Пуазейля.

5. Движение тел в вязкой жидкости. Закон Стокса. Метод падающего шарика для определения вязкости.

6. Капиллярные методы определения вязкости. Метод Оствальда.

7. Ротационный вискозиметр.

#### **Литература**

1. *Ильич Г.К.* Колебания и волны, акустика, гемодинамика.
2. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика.
3. *Горский Ф.К., Сакевич Н.М.* Физический практикум с элементами электроники.



## ЗАДАНИЕ № 17. СЕМИНАР «ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ ЧЕРЕЗ БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕМБРАНЫ. БИОПОТЕНЦИАЛЫ»

### **Ответить на вопросы:**

1. Строение биологических мембран.
2. Виды движения липидов и белков в мембране (латеральная диффузия, флип-флоп, вращательная диффузия).
3. Пассивный транспорт веществ через мембрану, его виды. Простая и облегченная диффузия.
4. Математическое описание пассивного транспорта. Электрохимический потенциал. Уравнение Теорелла. Основное уравнение диффузии — уравнение Нернста–Планка. Закон Фика. Проницаемость мембран.
5. Активный транспорт ионов. Механизм активного транспорта на примере натрий-калиевого насоса.
6. Возникновение мембранных потенциалов покоя. Равновесные потенциалы Нернста. Полное выражения для мембранного потенциала покоя (уравнение Гольдмана–Ходжкина–Катца).
7. Закономерности возбуждения тканей электрическим током. Уравнение Вейса–Лапика. Критический потенциал возбуждения.
8. Процессы в клетке при ее возбуждении. Деполяризация, реполяризация, рефрактерные периоды, потенциал действия.
9. Распространение потенциала действия по безмиелиновому аксону.
10. Распространение потенциала действия по аксону, покрытому миелиновой оболочкой.

**Решить задачи из задачника Ремизова А.Н.** 1987 г. изд.: 3.27, 3.29, 3.41, 3.44, 4.1.

### **Литература**

1. *Леценко В.Г.* Транспорт веществ через биологические мембраны. Мембранные потенциалы клетки.
2. *Конспект лекций.*
3. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика.

## ЗАДАНИЕ № 18. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО УЧЕБНОМУ МАТЕРИАЛУ 1-ГО СЕМЕСТРА

### **Элементы высшей математики, теории вероятностей и статистики**

1. Основные понятия высшей математики. Производная функции как мера скорости ее изменения. Дифференциал. Частные производные и полный дифференциал.
2. Первообразная функция и неопределенный интеграл. Определенный интеграл.

3. Дифференциальные уравнения. Общее и частное решения. Примеры использования дифференциальных уравнений для моделирования медико-биологических процессов.

4. Случайные события, их виды и основные теоремы теории вероятностей. Формула Байеса. Использование теории вероятностей в задачах диагностики и прогнозирования заболеваний.

5. Случайные величины, их виды. Распределение случайной величины и числовые параметры распределения. Нормальный закон распределения случайной величины.

6. Генеральная совокупность и выборка. Требования к выборке. Статистическая обработка данных выборки. Оценка параметров генеральной совокупности по параметрам выборки. Доверительная вероятность и доверительный интервал, коэффициент Стьюдента.

7. Определение случайных погрешностей прямых измерений.

8. Определение случайных погрешностей косвенных измерений.

9. Основы корреляционного анализа. Корреляционное поле и линия регрессии. Коэффициент корреляции и его использование для оценки степени связи между случайными величинами.

#### ***Элементы информатики***

10. Представление информации в компьютере. Понятия бита, байта, килобайта, мегабайта и гигабайта.

11. Материальные средства ЭВМ: основные блоки и периферия.

12. Структура компьютера: понятие о процессоре, оперативной, долговременной памяти, контроллерах и шине данных.

13. Программное обеспечение ЭВМ: основные виды программ. Понятие об операционной системе.

14. Понятия файла, папки и логического диска. Создание, перемещение и уничтожение папок.

15. Структура окна Word 97. Основные этапы работы с Word 97.

16. Редактирование текста: выделение, вырезание, копирование и вставка фрагмента текста.

17. Форматирование текста: виды форматирования, методы их осуществления.

18. Табличный редактор Excel. Виды информации, представляемые в ячейках листа. Адрес ячейки. Особенности записи формул.

19. Порядок работы со встроенными функциями Excel и построения диаграмм.

#### ***Элементы биомеханики***

20. Механические деформации, их виды. Деформации растяжения-сжатия. Механическое напряжение, абсолютное и относительное удлинение. Закон Гука.

21. Модуль Юнга, его физический смысл, связь с коэффициентом жесткости.

22. Диаграмма растяжения. Пределы упругости, текучести, прочности.

### ***Колебательные и волновые процессы***

23. Механические колебания: гармонические, затухающие, вынужденные. Резонанс. Энергия гармонических колебаний.

24. Разложение колебаний в гармонический спектр. Теорема Фурье.

25. Механические волны, их виды и скорость распространения. Уравнение волны. Энергетические характеристики волны. Эффект Доплера и его применение для неинвазивного измерения скорости кровотока.

26. Акустические волны. Скорость акустических волн. Физические и физиологические характеристики звука. Диаграмма слышимости.

27. Закон Вебера–Фехнера. Уровни интенсивности и уровни громкости звука. Единицы их измерения — децибелы и фоны.

28. Отражение и поглощение акустических волн. Применение звуковых методов в клинике (аудиометрия, фонокардиография). Инфразвук.

29. Ультразвук, методы его получения. Распространение ультразвука в биологической ткани. Терапевтическое и хирургическое ультразвуковые воздействия.

30. Ультразвуковая диагностика. Эхолокация. Основы ультразвуковой томографии. А-, В- и М-режимы ультразвуковой диагностики.

### ***Физические основы гемодинамики***

31. Основные понятия гидродинамики. Условие неразрывности струи. Уравнение Бернулли и его следствия.

32. Вязкость жидкости. Вязкость крови. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Факторы, влияющие на вязкость крови в организме.

33. Течение вязкой жидкости. Формула Пуазейля. Гидравлическое сопротивление.

34. Методы определения вязкости жидкости.

35. Роль эластичности сосудов в системе кровообращения. Пульсовые волны. Скорость распространения пульсовой волны.

36. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Условия проявления турбулентности течения крови в организме.

37. Давление крови, его виды. Распределение давления крови в сосудистой системе. Основные методы определения давления и скорости движения крови.

38. Работа и мощность сердца.

### ***Поверхностные явления в жидкости***

39. Поверхностное натяжение в жидкости. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Газовая эмболия.

40. Смачивание и несмачивание. Капиллярные явления. Методы определения коэффициента поверхностного натяжения.

### ***Транспорт веществ через клеточные мембраны и биопотенциалы.***

41. Пассивный транспорт и его виды.

42. Математическое описание пассивного транспорта. Электрохимический потенциал. Уравнения Теорелла, Нернста–Планка, Фика.

43. Активный транспорт ионов.

44. Биопотенциалы покоя, механизм их возникновения. Равновесные потенциалы Нернста. Полное выражение для мембранного потенциала — уравнение Гольдмана–Ходжкина–Катца.

45. Возбудимость клеток. Уравнение Вейса–Лапики. Критический потенциал возбуждения.

46. Потенциал действия. Механизм его генерации, фазы и форма. Рефрактерные периоды.

47. Распространение потенциала действия по безмиелиновым и миелиновым аксонам.

## **ЗАДАНИЕ № 19. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ЭЛЕКТРОГРАФИИ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА»**

### ***Вопросы к занятию:***

1. Электрография как важнейший метод диагностики. Задачи и виды электрографии. Какие физические величины измеряются при электрографических исследованиях?

2. Основные характеристики электрического поля: напряженность, потенциал, единицы их измерения и связь между ними. Силовые и эквипотенциальные линии.

3. Электрический диполь. Дипольный момент. Поле диполя. Выражение потенциала в произвольной точке поля через параметры диполя. Связь разности потенциалов между двумя точками поля с параметрами диполя.

4. Поведение диполей во внешнем электрическом поле.

5. Интегральный электрический генератор сердца. Положения теории Эйнтховена. Основные отведения при снятии ЭКГ. Усиленные униполярные отведения от конечностей.

6. Электрокардиограмма, её вид, амплитудные и временные параметры.

7. Блок-схема электрокардиографа: электроды, усилитель, регистрирующая часть. Переключатель отведений. Калибровка сигнала электрокардиографа. Правила безопасности при работе с электрокардиографом.

### **Литература**

1. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика.
2. *Инсарова Н.И.* Физические основы электрокардиографии. Изучение работы электрокардиографа.
3. *Конспект лекций.*
4. *Эссаулова И.А., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д.* Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Лабораторная работа № 32.

## ЗАДАНИЕ № 20. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ИМПЕДАНСА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ТКАНИ ОТ ЧАСТОТЫ ТОКА»

### *Вопросы к занятию:*

1. Удельное сопротивление и удельная электропроводность электролитов. Единицы их измерения. Как связана удельная электропроводность электролитов с их свойствами (подвижностью ионов, зарядом ионов и др.)? Получите и объясните эту связь.

2. Ток в электролитах. Закон электролиза. Каковы особенности прохождения постоянного тока через биологические ткани (основной ток, внутри-тканевый поляризационный ток)?

3. Гальванизация и лечебный электрофорез. Каковы величины используемых токов и напряжений при этих воздействиях? Почему при воздействии на живую ткань постоянным током его плотность не должна превышать  $0,1 \text{ мА/см}^2$ ? Можно ли достичь в живой ткани заметного теплового эффекта при воздействии на нее постоянным током?

4. Омическое, емкостное и индуктивное сопротивления в цепи переменного тока. Импеданс.

5. Эквивалентная схема живой ткани. Импеданс биологической ткани, его зависимость от частоты переменного тока. Что такое коэффициент жизнестойкости ткани?

6. Физические основы реографии (импедансной плетизмографии). Докажите математически, что активная составляющая импеданса обратно пропорциональна объему кровенаполнения ткани. Чем обусловлено применение переменного тока при реографии?

7. Что такое фотоплетизмография?

8. Каковы требования к электродам для медицинских исследований? Приведите эквивалентную схему регистрации биопотенциала. Почему необходимо снижать переходное сопротивление электрод-кожа и каковы методы его уменьшения? Почему площадь электродов для регистрации ЭЭГ должна быть меньше, чем для регистрации ЭКГ?

9. Как возникает электродный потенциал? Приведите эквивалентную схему переходного сопротивления электродной цепи и объясните смысл и значение входящих в нее элементов. Почему при регистрации биопотенциалов недопустимо применение электродов из разных металлов?

### *Решить задачи:*

1. Определить величину заряда, проходящего при гальванизации через участок биологической ткани в течение 2 мин, если плотность тока равна  $0,1 \text{ мА/см}^2$ , а площадь электрода —  $24 \text{ см}^2$ .

2. Сопротивление ткани постоянному току в цепи между электродами при гальванизации составляет  $2000 \text{ Ом}$  при площади прокладок  $100 \text{ см}^2$  и

плотности тока  $0,1 \text{ мА/см}^2$ . Определить напряжение, которое должен обеспечивать аппарат гальванизации.

3. В аппарате франклинизации (предназначенном для воздействия на пациента электростатическим полем) последовательно с электродом включено сопротивление  $50 \text{ МОм}$ . Объясните его назначение и рассчитайте ток через тело пациента при касании электрода, напряжение на котором  $50 \text{ кВ}$ .

#### Литература

1. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.
2. Ильич Г.К. Изучение прохождения тока через живую ткань. Физические основы реографии.
3. Конспект лекций.

### ЗАДАНИЕ № 21. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ (ДАТЧИКИ). ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ТЕМПЕРАТУРЫ»

#### Вопросы к занятию:

1. Назначение датчиков как элементов общей схемы получения медико-биологической информации. Классификация датчиков. Примеры датчиков. Датчики давления.

2. Общие характеристики датчиков (чувствительность, динамический диапазон, время реакции, линейность рабочей характеристики).

3. Как зависит сопротивление проводников от температуры? Приведите формулы и графики, характеризующие эту зависимость, и объясните ее исходя из представлений о строении проводников.

4. Каковы особенности строения полупроводников, обуславливающие их собственную и примесную проводимость? Как зависит сопротивление полупроводников от температуры?

5. Что такое контактная разность потенциалов и как она возникает? Что такое термоэлектрический эффект? Приведите формулу, определяющую термо-ЭДС. В чем состоит эффект Пельтье?

6. Термопара как датчик температуры, её чувствительность. Сравните чувствительность и линейность рабочей характеристики термоэлектрических датчиков на термисторах и термопарах.

7. Каков порядок проведения градуировки терморезистора, термистера и термопары?

8. Сравните возможности и области использования различных методов определения температур в биомедицинских исследованиях.

#### Решить задачи:

1. Сопротивление железного проводника при температуре  $0^\circ\text{C}$  составляет  $3 \text{ Ом}$ . Чему равно сопротивление этого проводника при температуре  $100^\circ\text{C}$ ? Температурный коэффициент сопротивления железа  $0,006^\circ\text{C}^{-1}$ .

2. Термопара с чувствительностью 20 мкВ/град используется в качестве датчика температуры. Температура одного из ее спаев стабилизирована и составляет 3°C. Второй спай находится в полости магистрального кровеносного сосуда. Определите температуру в полости, если регистрирующий цифровой вольтметр показывает разность потенциалов 0,72 мВ?

### Литература

1. Лукьяница В.В. Датчики температуры и их использование в медицине.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.
3. Горский Ф.К., Сакевич Н.М. Физический практикум с элементами электроники. Лабораторные работы № 19–20.
4. Эссаулова И.А., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Лабораторная работа № 27–28.

## ЗАДАНИЕ № 22. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ»

### Вопросы к занятию:

1. Какими параметрами характеризуются электрические импульсы прямоугольной и произвольной формы?
2. Какими физиологическими причинами ограничены минимальные и максимальные значения амплитуды импульсных токов при электростимуляции? Оцените тепловой эффект, возникающий в биологической ткани при электростимуляции.
3. Каков диапазон частот, используемых для электростимуляции и какими физиологическими причинами он обусловлен? При каких частотах и почему исчезают электростимуляционные эффекты?
4. Как зависит раздражающее действие тока от крутизны переднего фронта электрического импульса (закон Дюбуа–Реймона)?
5. Как связаны пороговая сила возбуждающего тока и длительность прямоугольного импульса (закон Вейса–Лапика)?
6. Что такое кривая электровозбудимости и ее параметры — реобазы и хронаксия? Каков смысл параметров электровозбудимой ткани, входящих в уравнение Вейса–Лапика? Как определить их экспериментально? В каких единицах они измеряются?
7. В чём сущность диагностического метода хронаксиметрии?
8. Блок-схема аппаратов для электростимуляции. Дифференцирующая и интегрирующая электрические цепи, их применение в медицинской аппаратуре.
9. Каковы значения параметров импульсных сигналов (частота, длительность, амплитуда) при электростимуляции сердца? Из физиологических соображений обоснуйте эти значения.

10. Каковы параметры электрического воздействия при дефибриляции сердца?

**Решить задачи:**

1. Аппарат «Электросон» даёт импульсы напряжения одной полярности прямоугольной формы с периодом 0,4 с и скважностью 200. Определить длительность импульса.

2. Для прямоугольных импульсов длительностью 1 и 4 миллисекунд получены, соответственно, следующие пороговые значения тока, вызывающего сокращения мышц: 10 и 4 миллиампер. Найдите по этим данным реобазу и хронаксию.

3. Если ток проходит через сердце в последние 0,04–0,06 с систолы, то он вызывает фибрилляцию сердца. Может ли вызвать фибрилляцию импульсный ток прямоугольной формы с периодом 0,5 с и скважностью 10?

4. В аппарате «Электросон» при частоте 25 Гц длительность импульса равна 1 мс. Определить скважность и время паузы после каждого импульса.

**Литература**

1. Конспект лекций.
2. Леценко В.Г., Межевич З.В. Физические основы электростимуляции.
3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.
4. Горский Ф.К., Сакевич Н.М. Физический практикум с элементами электроники. Лабораторная работа №34.
5. Эссаулова И.А., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Лабораторная работа № 25, С. 152–155.

**ЗАДАНИЕ № 23. УСИЛИТЕЛИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ.  
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНОЙ И  
АМПЛИТУДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИК УСИЛИТЕЛЯ»**

**Вопросы к занятию:**

1. Что называется усилителем электрических сигналов, виды усилителей, требования к усилителям? Что называется коэффициентом усиления?

2. Гармонический анализ периодических процессов. Теорема Фурье. Что такое гармонический спектр сигнала?

3. Что такое частотная характеристика усилителя? Каков ее вид для идеального и реального усилителя?

4. Что такое частотная полоса усилителя и как она определяется?

5. Амплитудная характеристика и динамический диапазон усилителя реального и идеального. Как они определяются?

6. При выполнении каких условий биосигнал усиливается без существенных искажений?



7. Амплитуда и полоса частот биоэлектрических сигналов, поступающих с поверхности тела человека при регистрации электрокардиограмм (ЭКГ), электромиограмм (ЭМГ), электроэнцефалограмм (ЭЭГ).

8. Дифференциальный каскад усиления. Чем обусловлено его применение для регистрации биопотенциалов?

9. Каковы минимальные динамические диапазоны для усилителей в электрокардиографе и электроэнцефалографе? Чем они обусловлены?

10. Почему для регистрации биопотенциалов применяются усилители с высоким входным сопротивлением?

**Решить задачи:**

1. Частота сердечных сокращений около 1 Гц, а частотная полоса усилителя для электрокардиографии должна лежать в диапазоне 0,5–400 Гц. Почему? Ведь сердце не сокращается с частотой 100 Гц.

2. Амплитуда  $R$ -зубца электрокардиограммы, снимаемая с помощью электродов с поверхности тела пациента и подаваемая на вход усилителя, равна 2 мВ. Определить коэффициент усиления, если на выходе усилителя амплитуда зубца  $R$  равна 4В.

3. Частотная характеристика усилителя лежит в диапазоне частот 60–1000 Гц. Пригоден ли он для регистрации ЭКГ?

4. Динамический диапазон усилителя лежит в интервале от  $U_{вх1} = 0,1$  мВ до  $U_{вх2} = 10$  мВ. Можно ли применять его для регистрации электрокардиограммы? Вычислите значение динамического диапазона в децибелах.

**Литература**

1. Конспект лекций.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.
3. Леценко В.Г. Изучение свойств усилителя электрических сигналов. Определение его частотной и амплитудной характеристик.

**ЗАДАНИЕ № 24. ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ТОКОВ И ПОЛЕЙ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТКАНИ.**

**ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ ЭЛЕКТРОМЕДИЦИНСКАЯ АППАРАТУРА**

**Вопросы к занятию:**

1. Каковы параметры внешнего воздействия и характеристики тканей, определяющие тепловые эффекты при действии на организм высокочастотных токов и полей? Каковы отличия тепловых эффектов в тканях при высокочастотной электротерапии и их прогрева грелками?

2. Нетепловые эффекты при высокочастотных электромагнитных воздействиях.

3. Получение высокочастотных электромагнитных колебаний. Колебательный контур. Технический и терапевтический контура. Их назначение в физиотерапевтической аппаратуре.

4. Виды высокочастотных электротерапевтических воздействий на пациента (током, электрическим полем, магнитным полем, электромагнитной волной). Каким процедурам эти воздействия соответствуют?

5. Диатермия и электрохирургия, область применяемых частот, способ подведения воздействия к пациенту. Принципы электротомии и электрокоагуляции. Моноактивная и биактивная методики электрохирургии. Источники опасности в электрохирургии. Области медицинского применения электрохирургии.

6. Местная дарсонвализация. Вид и параметры воздействия: частоты, амплитуды напряжений и токов, способ подведения воздействия к пациенту. Почему при высоком напряжении, действующем на пациента при местной дарсонвализации, сила тока через него мала? Области медицинского применения местной дарсонвализации.

7. Индуктотермия. Вид и параметры воздействия, способы подведения воздействия к пациенту, области медицинского применения. В каких тканях при индуктотермии происходит преимущественный нагрев?

8. УВЧ-терапия. Вид и параметры воздействия, способы подведения воздействия к пациенту. Почему при УВЧ-терапии у больного должны быть удалены металлические предметы (кольца, шпильки, иголки и т. п.), находящиеся в области воздействия?

9. Непрерывный и импульсный режим УВЧ-терапии. Каковы отличия первичных механизмов воздействия при УВЧ-терапии в непрерывном и импульсном режимах?

10. СМВ(МКВ)- и ДМВ(ДЦВ)-терапия. Вид и параметры воздействия. В каких тканях при этих воздействиях происходит преимущественное выделение теплоты? Почему требования на дозирование воздействия при СМВ(МКВ)-терапии более жесткие, чем при УВЧ-терапии?

11. Крайне высокочастотная (КВЧ)-терапия. Частоты и длины волн электромагнитного воздействия.

### Литература

1. Конспект лекций.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика
3. Эссаулова И.А., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Лабораторная работа № 34.

## **ЗАДАНИЕ № 25. ОПТИЧЕСКАЯ И ЭЛЕКТРОННАЯ МИКРОСКОПИЯ.**

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРОВ МАЛЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МИКРОСКОПА»**

#### ***Вопросы к занятию:***

1. Линзы. Построение изображений в линзах. Формула линзы. Увеличение линзы. Лупа. Ход лучей в лупе. Увеличение лупы.
2. Устройство оптического микроскопа. Ход лучей в микроскопе. Увеличение микроскопа.
3. Предел разрешения и разрешающая способность микроскопа. Формула Аббе. Полезное увеличение микроскопа. Что дает применение иммерсии при оптической микроскопии?
4. Специальные приемы микроскопии (микропроекция, микрофотография, метод темного поля).
5. Определение цены деления окулярной шкалы и размеров микроскопируемого объекта.
6. Электронный микроскоп. Как осуществляется управление электронными пучками в электронном микроскопе для получения изображения?
7. Дифракция электронов. Длина волны де Бройля. Предел разрешения и разрешающая способность электронного микроскопа. Формула Аббе для электронного микроскопа. Как в электронном микроскопе регулируется его предельное разрешение? Полезное увеличение электронного микроскопа.

#### ***Решить задачи:***

1. Микроскоп имеет объектив с фокусным расстоянием 2,5 мм и диаметром 6 мм. Каково предельное разрешение этого микроскопа, если использовать его при рассмотрении предмета, находящегося в воздухе при зелено-голубом свете (490 нм).
2. Во сколько раз размеры объектов, исследуемых с помощью микроскопа с числовой апертурой 0,20, могут быть меньше размеров объектов, видимых нормально глазом с расстояния наилучшего зрения? Расчет провести для  $\lambda = 0,555$  мкм.

***Решить задачи:*** Ремизов А.Н., Исакова Н.Х. Сборник задач по физике (для медицинских институтов).

Год издания 1978: №№ 15.27, 15.28, 18.1, 18.2, 18.4, 18.5.

Год издания 1987: №№ 5.62, 5.63, 6.1, 6.2, 6.4, 6.5.

#### **Литература**

1. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика.
2. *Горский Ф.К., Сакевич Н.М.* Физический практикум с элементами электроники. Лабораторная работа № 41,49.
3. *Эссаулова И.А., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д.* Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Лабораторная работа № 38.
4. *Дудковская М.А.* Физические основы оптической и электронной микроскопии.

## **ЗАДАНИЕ № 26. ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА.**

### **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ОПТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПОЛЯРИМЕТРОМ»**

#### ***Вопросы к занятию:***

1. Электромагнитные волны. Уравнение электромагнитной волны и ее график. Скорость распространения электромагнитных волн.
2. Поляризация электромагнитных волн. Виды полной поляризации. Естественный, полностью и частично поляризованный свет. Степень поляризации.
3. Поляризация при отражении от поверхности диэлектрика. Закон Брюстера.
4. Двойное лучепреломление. Обыкновенный и необыкновенный лучи. Поляризационные призмы. Ход лучей и получение линейно поляризованного света в призме Николя.
5. Явление дихроизма поглощения и его использование для получения поляризованного света. Поляроиды.
6. Прохождение света через поляризационное устройство. Закон Малюса.
7. Явление оптической активности. Зависимость угла поворота плоскости поляризации от свойств и концентрации исследуемых растворов и веществ в твердой фазе. Удельное вращение плоскости поляризации, единицы его измерения.
8. Поляриметрия и спектрополяриметрия.

***Решить задачи:*** Ремизов А.Н., Исакова Н.Х. Сборник задач по физике (для медицинских институтов).

Год издания 1978: № № 16.25, 16.26, 16.39.

Год издания 1987: №№ 5.72, 5.73, 5.86.

#### **Литература**

1. *Леценко В.Г.* и др. Поляризация электромагнитных волн.
2. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика.
3. *Горский Ф.К., Сакевич Н.М.* Физический практикум с элементами электроники. Лабораторная работа № 38.
4. *Эссаулова И.А., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д.* Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Лабораторная работа № 37.

**ЗАДАНИЕ № 27. РЕФРАКТОМЕТРИЯ.**  
**Эндоскопия и эндоскопы. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**  
**«ИЗУЧЕНИЕ РЕФРАКТОМЕТРА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ**  
**РАСТВОРОВ С ПОМОЩЬЮ РЕФРАКТОМЕТРА»**

***Вопросы к занятию:***

1. Закон преломления света. Угол падения и угол преломления. Прохождение луча света из оптически менее плотной среды в оптически более плотную. Предельный угол.
2. Прохождение луча света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную. В чем заключается явление полного внутреннего отражения света? Как связан угол полного внутреннего отражения со свойствами сред?
3. Абсолютный и относительный показатель преломления. Как связаны показатель преломления и скорость распространения света в среде? Как связан показатель преломления с электрическими и магнитными свойствами среды?
4. Как зависит показатель преломления раствора от концентрации растворенного вещества?
5. Принципиальное устройство рефрактометра. Почему граница раздела светового и темного поля в рефрактометре может выглядеть окрашенной и нерезкой? Как добиться резкости в этой границе?
6. Как с помощью рефрактометра определяют концентрацию веществ?
7. Волоконная оптика и использование ее в медицинских приборах.
8. Эндоскопия, ее задачи.
9. Оптическая схема линзового эндоскопа, оптическая схема эндоскопа с волоконной оптикой. Сравнительная оценка их возможностей.
10. Методики, применяемые в эндоскопии для расширения диагностических возможностей.

***Решить задачи:***

1. Определить предельный угол преломления камфары, если падающий из воздуха под углом  $40^\circ$  луч преломляется в ней под углом  $24^\circ 35'$ .
2. На дне сосуда, наполненного водой до высоты 10 см, помещён точечный источник света. На поверхности воды плавает круглая непрозрачная пластинка таким образом, что центр её находится над источником света. Какой наименьший радиус должна иметь пластинка, чтобы ни один луч света не мог пройти через поверхность воды? Показатель преломления воды 1,33.
3. При изучении раствора некоторого вещества с помощью рефрактометра были получены следующие данные: при концентрации вещества 10 % показатель преломления раствора был равен 1,384, а при концентрации вещества 15 % — 1,424. Найти концентрацию раствора этого вещества, если показатель преломления раствора равен 1,500.

## Литература

1. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.
2. Дудковская М.А., Лобко Н.П. Преломление света, рефрактометрия.
3. Горский Ф.К., Сакевич Н.М. Физический практикум с элементами электроники. Лабораторная работа 41,49.
4. Эссаулова И.А., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Лабораторная работа № 38.

## ЗАДАНИЕ № 28. ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА. ОСНОВЫ КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ОКРАШЕННЫХ РАСТВОРОВ ФОТОЭЛЕКТРОКОЛОРИМЕТРОМ»

### Вопросы к занятию:

1. Поглощение света. Закона Бугера и его вывод. Закон Бугера–Ламберта–Бера.
2. Показатель поглощения вещества. Коэффициент пропускания и оптическая плотность раствора, их зависимость от концентрации раствора.
3. Концентрационная колориметрия. Принципиальная схема однолучевого фотоэлектроколориметра (ФЭК).
4. Измерение коэффициента пропускания и определение оптической плотности образца.
5. Определение концентрации веществ фотоколориметром.
6. Спектры поглощения веществ. Основы спектрофотометрии.

**Решить задачи:** Ремизов А.Н., Исакова Н.Х. Сборник задач по физике (для медицинских институтов).

Год издания 1978: № № 16.2; 16.6; 16.7; 16.8; 16.10.

Год издания 1987: №№ 6.21; 6.25; 6.26; 6.27; 6,29.

**Задача 16.2 (6.21):** При прохождении света с длиной волны  $\lambda_1$  его интенсивность уменьшается вследствие поглощения в 4 раза. Интенсивность света с длиной волны  $\lambda_2$  по той же причине уменьшается в 3 раза. Найти толщину слоя вещества и показатель поглощения для света с длиной волны  $\lambda_2$ , если для света с длиной волны  $\lambda_1$  он равен  $k_1 = 0,02 \text{ см}^{-1}$ .

**Задача 16.6 (6.25):** Коэффициент пропускания раствора  $T = 0,3$ . Чему равна оптическая плотность раствора.

**Задача 16.7 (6.26):** Оптическая плотность раствора  $D = 0,8$ . Найти его коэффициент пропускания.

**Задача 16.8 (6.27):** При прохождении света через слой раствора поглощается  $1/3$  первоначальной световой энергии. Определить коэффициент пропускания и оптическую плотность раствора.

**Задача 16.10 (6.29):** Вычислить толщину слоя половинного ослабления параллельного пучка  $\gamma$ -излучения для воды, если натуральный показатель ослабления  $\mu = 0,053 \text{ см}^{-1}$ .

#### Литература

1. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.
2. Горский Ф.К., Сакевич Н.М. Физический практикум с элементами электроники. Лабораторная работа № 38
3. Эссаулова И.А., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике. Лабораторная работа № 37.
4. Дудковская М.А. Изучение основ колориметрического анализа.

### ЗАДАНИЕ № 29. СПЕКТРАЛЬНО-ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В МЕДИЦИНЕ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «ИЗУЧЕНИЕ СПЕКТРА ПОГЛОЩЕНИЯ КРОВИ»

#### Вопросы к занятию:

1. Возникновение спектров испускания и поглощения атомов. Спектр атома водорода. Серии в спектрах атомов водорода.
2. Энергетические уровни молекулы вещества, их отличия от структуры энергетических уровней атомов. Молекулярные спектры. Возникновение молекулярных спектров испускания и поглощения вещества. Различия между атомными и молекулярными спектрами.
3. Спектральный анализ. Его преимущества перед химическими методами. Спектральные приборы. Обобщённая оптическая схема призмного спектрального прибора.
4. Принципы эмиссионного и абсорбционного спектрального анализа. Особенности регистрации спектров испускания и поглощения. Качественный анализ по спектрам поглощения на примере спектра поглощения крови.
5. Люминесценция. Механизм ее возникновения. Классификация люминесценции по длительности послесвечения и способу возбуждения.
6. Характеристики люминесценции (спектр, длительность, квантовый выход). Законы Стокса и Вавилова для люминесценции.
7. Люминесцентный анализ в медицине. Собственная люминесценция биообъектов. Метод флуоресцентных меток и зондов.

#### Литература

1. Конспект лекций.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.
3. Горский Ф.К., Сакевич Н.М. Физический практикум с элементами электроники. Лабораторная работа № 42.
4. Эссаулова И.А., Блохина М.Е., Гонцов Л.Д. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике.

## **ЗАДАНИЕ № 30. ВЫНУЖДЕННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ. ЛАЗЕРЫ. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА: «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ»**

### ***Вопросы к занятию:***

1. Что такое инверсная заселенность энергетических уровней и как ее можно создать?
2. Вынужденное излучение атомных систем. Каковы отличия в механизмах возникновения спонтанного и вынужденного излучения атомов? Как происходит усиление света в активных средах?
3. Основные элементы лазерных устройств (активная среда, система накачки, резонатор), их назначение и классификация.
4. Классификация лазеров по типу активной среды, режиму работы, длине волны излучения, мощности.
5. Основные свойства лазерного излучения. Чем обусловлена высокая направленность лазерного пучка? Почему лазерное излучение обладает высокой степенью монохроматичности? В чем состоит свойство когерентности лазерного излучения?
6. Каковы меры безопасности, необходимые при эксплуатации лазерных установок?
7. Применение лазеров в медицине: хирургия, терапия, диагностика и др.
8. Явление дифракции. Дифракционная решётка. Формула дифракционной решётки. Принцип рентгеноструктурного анализа. Вид дифракционного спектра. Как определить длину волны лазера с помощью дифракционной решетки?
9. Принцип получения голографических изображений.

### **Литература**

1. *Конспект лекций.*
2. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика.
3. *Горский Ф.К., Сакевич Н.М.* Физический практикум с элементами электроники. Лабораторная работа № 46.
4. *Инсарова Н.И.* Изучение физических принципов работы лазеров и свойств лазерного излучения. Применение лазеров в медицине.

## **ЗАДАНИЕ № 31. ТЕПЛОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ (СЕМИНАР)**

### ***Вопросы к занятию:***

1. Основные характеристики теплового излучения: поток энергии, энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости, спектр, коэффициент поглощения. Единицы их измерения. Связь энергетической светимости и спектральной плотности энергетической светимости.



2. Понятия абсолютно чёрного тела и серого тела.
3. Законы теплового излучения (Кирхгофа, Стефана–Больцмана, Вина).
4. Формула Планка для теплового излучения, ее применение для определения всех характеристик теплового излучения. Как из формулы Планка получить законы Вина и Стефана–Больцмана?
5. Излучение Солнца. Солнечная постоянная. Спектр солнечного излучения.
6. Тепловое излучение тела человека. Спектральный состав этого излучения. Электромагнитные волны какой длины волн преимущественно излучаются телом человека?
7. Механизмы передачи тепла: теплопроводность, конвекция, испарение, излучение. Расчёт теплоотдачи организма за счёт излучения.
8. Какова связь между относительным изменением температуры участков поверхности тела и относительным изменением их энергетической светимости?
9. Принципы тепловидения и термографии. Принципиальные элементы тепловизора. Каковы достоинства и недостатки термографии как диагностического метода?

**Решить задачи:**

1. Определить уменьшение массы тела человека за счёт потоотделения при нахождении его в течение 15 мин в сауне с температурой окружающего воздуха  $t = 100^\circ\text{C}$ . **Указание:** считать, что разогрев тела происходит путём поглощения ИК-излучения, а поверхностная температура кожи равна  $40^\circ\text{C}$ . Площадь поверхности тела человека принять равной  $1,5\text{ м}^2$ . Удельная теплота парообразования воды  $L = 22,6 \cdot 10^5\text{ Дж/кг}$ . Удельная теплоёмкость воды  $c = 4,19 \cdot 10^3\text{ Дж/кг}\cdot\text{K}$ . Коэффициент Стефана–Больцмана  $\sigma = 5,7 \cdot 10^{-8}\text{ Вт/м}^2\cdot\text{K}^4$ . Принять, что в этом случае испарение выделившегося пота — основной вид теплоотдачи.

2. В соответствии с санитарными нормами для сохранения водного баланса организма рабочим «горячих» цехов предписывается дополнительное питьё. Рассчитайте питьевой режим для сталевара, находящегося равномерно в течение смены (6 часов) 1,5 часа вблизи сталеплавильной печи в рабочей зоне с температурой воздуха  $120^\circ\text{C}$ . Принять, что защитная одежда уменьшает температуру соприкасающегося с телом воздуха на  $20^\circ\text{C}$ , а температура кожи в этот момент равна  $38^\circ\text{C}$ . Для расчета воспользуйтесь данными задачи 1.

**Решить задачи:** Ремизов А.Н., Исакова Н.Х. Сборник задач по физике (для медицинских институтов).

Год издания 1978: №№17.3, 17.7, 17.13, 17.14, 17.15, 17.17, 17.19.

Год издания 1987: №5.92, 5.96, 5.102, 5.103, 5.104, 5.106, 5.108.

**Задача 17.3 (5.92):** При какой температуре энергетическая светимость серого тела равна  $R = 500\text{ Вт/м}^2$ ? Коэффициент поглощения  $\alpha = 0,5$ .

**Задача 17.7 (5.96):** Определить энергетическую светимость тела человека при температуре  $36^{\circ}\text{C}$ , принимая его за серое тело с коэффициентом поглощения  $\alpha = 0,9$ .

**Задача 17.13 (5.102):** Найти связь между относительным изменением температуры излучающего серого тела ( $dT/T$ ) и соответствующим относительным изменением его энергетической светимости ( $dR/R$ ). Считать  $dT \ll T$ .

**Задача 17.14 (5.103):** Температура абсолютно чёрного тела  $T = 1000\text{ K}$ . На сколько процентов изменится его энергетическая светимость при повышении температуры на  $\Delta T = 1\text{ K}$ ?

**Задача 17.15 (5.104):** Вычислить, во сколько раз отличаются абсолютные температуры и энергетические светимости участков поверхности тела человека, имеющие температуры  $30,5^{\circ}\text{C}$  и  $30^{\circ}\text{C}$  соответственно.

**Задача 17.17 (5.106):** Вследствие изменения температуры серого тела максимум спектральной плотности энергетической светимости сместился с  $\lambda_1 = 24000\text{ \AA}$  на  $\lambda_2 = 8000\text{ \AA}$ . Во сколько раз изменится энергетическая светимость тела?

**Задача 17.19 (5.108):** На сколько сместится максимум спектральной плотности энергетической светимости при изменении температуры поверхности тела человека с  $t_1 = 30^{\circ}\text{C}$  до  $t_2 = 31^{\circ}\text{C}$ ? Тело человека считать серым.

#### Литература

1. Конспект лекций.
2. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.

## ЗАДАНИЕ № 32. ИТОГОВОЕ ЗАНЯТИЕ ПО РАЗДЕЛУ «ОПТИКА» (СЕМИНАР)

### Вопросы к занятию:

#### Оптика глаза

1. Основные морфологические структуры глаза. Глаз как оптическая система. Светопреломляющие среды глаза.
2. Формула линзы. Оптическая сила линзы, ее зависимость от радиусов кривизны преломляющих поверхностей и показателя преломления.
3. Основные оптические характеристики глазных сред (показатели преломления, радиусы кривизны, размеры). Оптическая сила отдельных преломляющих структур и глаза в целом. Какая из преломляющих сред глаза дает наибольший вклад в оптическую силу глаза? Каким образом можно изменить оптическую силу роговицы?
4. Аккомодация глаза. Ближняя точка глаза. Расстояние наилучшего зрения.
5. Угол и острота зрения. Связь между ними. Определение остроты зрения.

6. Предельные размеры предмета, различаемые глазом.
7. Основные недостатки оптической системы глаза (миопия, гиперметропия, астигматизм) и их устранение. При каких условиях в глазу проявляются сферические аберрации?
8. Светочувствительность глаза. Адаптация глаза и физиологические механизмы ее осуществления.
9. Восприятие света и цвета. Спектральная чувствительность глаза.

#### **Рассеяние света**

10. Рассеяние света. Особенности рассеяния света на мелких и крупных частицах. Нефелометрия.

#### **Люминесценция**

11. Люминесценция, механизмы ее возникновения. Классификация люминесценции по способу возбуждения, по длительности послесвечения.
12. Характеристики и законы люминесценции (спектр возбуждения, спектр люминесценции, квантовый выход, закон Стокса, закон Вавилова).
13. Люминесцентный анализ в медицине. Собственная люминесценция биообъектов. Метод флуоресцентных меток и зондов.

#### **Электронный парамагнитный резонанс**

14. Свободные радикалы. Поведение парамагнитных ионов и молекул во внешнем магнитном поле. Электронный парамагнитный резонанс (ЭПР).
15. Схема установки для наблюдения ЭПР. Идентификация свободных радикалов и определение их концентрации методами ЭПР. Какую информацию о свойствах среды, в которой находятся исследуемые свободные радикалы, дает форма ЭПР-линий?

#### **Ядерный магнитный резонанс**

16. Ядерный магнитный резонанс (ЯМР). ЯМР-спектр. Идентификация ядер элементов и определение их концентрации в образце, исследуемом методами ЯМР.
17. Химический сдвиг. Причины его возникновения, значение для определения структуры и строения молекул. Почему одинаковым ядрам элементов, входящих в различные химические группы, соответствуют разные линии в спектре ЯМР?
18. Магнито-резонансная томография (ЯМР-интроскопия), ее применение в диагностике. Сравнение современных методов получения изображений внутренних органов: ультразвуковых, рентгеновских и МРТ.

**Решить задачи:** Ремизов А.Н., Исакова Н.Х. Сборник задач по физике (для медицинских институтов).

Год издания 1978: № № 14.1; 14.3; 15.29; 16.1; 16.7; 16.8; 16.21; 16.25; 16.36; 16.38; 17.7; 17.19; 18.19.

Год издания 1987: №№ 1; 5.3; 5.64; 6.20; 6.26; 6.27; 5.68; 5.72; 5.83; 5.85; 5.96; 5.108; 6.19.

**Задача 14.1 (5.1):** Разность хода двух интерферирующих волн в вакууме равны: а) 0; б)  $0,5 \lambda$ ; в)  $\lambda$ . Чему равна соответствующая разность фаз?

**Задача 14.3 (5.3):** На пути луча света поставлена перпендикулярно ему стеклянная ( $n = 1,5$ ) пластинка толщиной  $\ell = 1$  мм. На сколько при этом изменится оптическая длина пути?

**Задача 15.29 (5.64):** Во сколько раз можно повысить разрешающую способность микроскопа, перейдя к фотографированию в ультразвуковых лучах ( $\lambda_1 = 2700 \text{ \AA}$ ) по сравнению с фотографированием в зелёных лучах ( $\lambda_2 = 5500 \text{ \AA}$ )? (Ответ: приблизительно в 2 раза).

**Задача 16.1 (6.20):** Пучок монохроматического света проходит через стеклянную пластинку толщиной  $\ell = 1$  см. Определить показатель поглощения стекла, если при этом поглощается 0,1 падающего света. Какой толщины должна быть стеклянная пластинка, чтобы поглотилась половина падающего света?

**Задача 16.7 (6.26):** Оптическая плотность раствора  $D = 0,8$ . Найти его коэффициент пропускания.

**Задача 16.8 (6.27):** При прохождении света через слой раствора поглощается  $1/3$  первоначальной световой энергии. Определить коэффициент пропускания и оптическую плотность раствора.

**Задача 16.21 (5.68):** Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через эти призмы, уменьшилась в 4 раза? Поглощением света пренебречь.

**Задача 16.25 (5.72):** Между двумя скрещенными поляроидами размещается третий поляроид так, что его плоскость составляет угол  $\varphi = 45^\circ$  с главной плоскостью первого поляроида. Как изменится интенсивность естественного света, проходящего через такое устройство? Поглощением света в поляроидах пренебречь.

**Задача 16.36 (5.83):** Между скрещенными поляроидами поместили пластинку кварца толщиной  $\ell = 3$  мм, в результате чего поле зрения стало максимально светлым. Определить постоянную вращения используемого в опыте кварца.

**Задача 16.38 (5.85):** Определить удельное вращение сахара, концентрация которого  $c = 0,33 \text{ г/см}^3$ , если при прохождении монохроматического света через кювету с раствором угол поворота плоскости поляризации светового луча  $\alpha = 22^\circ$ . Длина кюветы  $\ell = 10$  см.

**Задача 17.7 (5.96):** Определить энергетическую светимость тела человека при температуре  $36^\circ\text{C}$ , принимая его за серое тело с коэффициентом поглощения  $\alpha = 0,9$ .

**Задача 17.19 (5.108):** На сколько сместится максимум спектральной плотности энергетической светимости при изменении температуры поверхности тела человека с  $t_1 = 30^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 31^\circ\text{C}$ ? Тело человека считать серым.

**Задача 18.19 (6.19):** В радиоспектрометре электронного парамагнитного резонанса поглощаемая высокочастотная электромагнитная энергия соот-

ветствует длине волны  $\lambda = 3$  см. При какой индукции постоянного магнитного поля будет иметь место электронный парамагнитный резонанс? Принять фактор Ланде  $g = 2$ . Магнетон Бора  $\mu_B = 9,274 \cdot 10^{-24}$  А·м<sup>2</sup>, постоянная Планка  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·сек.

### Литература

1. *Конспект лекций.*
2. *Леценко В.Г.* Основы электронного и ядерного магнитного резонанса.
3. *Ремизов А.Н.* Медицинская и биологическая физика.

## ЗАДАНИЕ № 33. РЕНТГЕНОВСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ (СЕМИНАР)

### Вопросы к занятию:

1. Природа рентгеновского излучения. Диапазон длин волн рентгеновского излучения.
2. Рентгеновская трубка. Получение тормозного рентгеновского излучения.
3. Поток рентгеновского излучения, спектральная плотность потока. Коротковолновая граница тормозного рентгеновского излучения.
4. Спектры тормозного рентгеновского излучения при различных напряжениях на рентгеновской трубке. Сравните спектры теплового излучения и тормозного рентгеновского излучения. В чем их сходство и различия?
5. Интенсивность и жесткость тормозного рентгеновского излучения, их регулировка в рентгеновских аппаратах. Понятия интенсивности и жесткости рентгеновского излучения.
6. Внутренняя ионизация (эффект Оже). Характеристическое рентгеновское излучение. Механизм его возникновения. Спектр характеристического рентгеновского излучения. Спектральные серии. Закон Мозли. В чем различия между оптическими атомными спектрами и спектрами характеристического рентгеновского излучения?
7. Первичные механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом (когерентное рассеяние, фотоэффект, некогерентное рассеяние (комpton-эффект)). Почему жесткое рентгеновское излучение (которое в меньшей степени поглощается веществом) более вредно по биологическому действию, чем мягкое?
8. Закон ослабления потока рентгеновского излучения веществом. Показатель ослабления рентгеновских лучей. Линейный и массовый показатели ослабления.
9. Зависимость показателя поглощения рентгеновских лучей от свойств материала и длины волны рентгеновского излучения.
10. Слой половинного ослабления. Его связь с линейным показателем ослабления. Методы защиты от рентгеновского излучения.

11. Физические основы рентгенодиагностики. Понятие о специальных методах рентгенодиагностики (применение контрастных веществ, флюорография, использование телевизионных систем).

12. Принцип рентгеновской компьютерной томографии.

**Решить задачи:**

1. Какое излучение жестче: наиболее коротковолновое из спектра рентгеновского излучения, возникающего при напряжении 150 кВ на трубке, или гамма-излучение с энергией кванта 0,074 МэВ?

2. Найдите минимальную длину волны, возникающего тормозного рентгеновского излучения, если напряжение на трубке цветного телевизора 20 кВ.

3. Во сколько раз максимальная энергия кванта рентгеновского тормозного излучения, возникающего при напряжении на трубке 80 кВ, больше энергии фотона, соответствующего зеленому свету с длиной волны 500 нм?

4. Определите минимальную длину волны в спектре излучения, возникающего в результате торможения на мишени электронов, ускоренных в бетатроне до энергии 60 МэВ.

5. Линии К-серии спектра характеристического излучения для вольфрама начинают проявляться с возникновением напряжения на трубке, примерно равного 70 кВ, а при меньших напряжениях они не появляются. С чем это связано?

6. Слой половинного ослабления монохроматического рентгеновского излучения в некотором веществе 10 мм. Определите показатель ослабления этого излучения в данном веществе.

7. Определить скорость электронов, падающих на антикатод рентгеновской трубки, если минимальная длина волны в сплошном спектре рентгеновских лучей 0,01 нм.

8. Какое излучение будет более жестким: рентгеновское, возникающее при напряжении 150 кВ, или  $\gamma$ -излучение тулия ( $E_\gamma=0,074$  МэВ).

9. Электроны в катодном луче телевизионной трубки, достигнув экрана, внезапно останавливаются. Оцените возможную опасность поражения рентгеновскими лучами при просмотре телевизионных передач? Напряжение, подаваемое на трубку, считать равным 16 кВ.

**Литература**

1. Конспект лекций.

2. Ильич Г.К. Медицинская и биологическая физика. Ионизирующие излучения.

3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.

## ЗАДАНИЕ № 34. РАДИОАКТИВНОСТЬ (СЕМИНАР)

### *Вопросы к занятию:*

1. Строение ядер атомов. Ядерные силы и их свойства. От чего зависит устойчивость ядер?
2. Естественная и искусственная радиоактивность. Ядерные реакции. Методы получения радионуклидов. Бомбардировка ядер атомов другими ядрами и заряженными частицами. Нейтронная активация. Почему нейтронная активация идет эффективнее на медленных нейтронах?
3. Радиоактивный распад. Виды радиоактивного распада. Правила смещения. Энергетические спектры альфа-частиц и гамма-излучения как источник информации о радионуклидном составе образца.
4. Примеры распада радионуклидов, определяющих основной характер радиоактивного заражения после аварии на ЧАЭС.
5. Основной закон радиоактивного распада, его вывод, смысл, входящих в него величин, его графическое отображение. Постоянная радиоактивного распада, период полураспада, средняя продолжительность жизни нуклидов и связь между ними.
6. Активность. Единицы измерения активности. Связь между системными и внесистемными единицами активности. Удельная объёмная, массовая и поверхностная активности, единицы их измерения.
7. Связь между активностью и массой радионуклидов.
8. Основные параметры, характеризующие взаимодействие ионизирующего излучения с веществом (линейная плотность ионизации, линейная передача энергии, средний линейный пробег).
9. Особенности взаимодействия с веществом нейтронов, альфа- и бета-частиц и гамма-излучений. Принципы защиты от ионизирующих излучений.
10. Радионуклидные методы диагностики. Гамма-хронография и гамма-топография.
11. Физические принципы лучевой терапии.

### *Решить задачи:*

1. Определить радионуклид, который образуется в результате захвата нейтронов ядрами  ${}_{92}^{238}\text{U}$  и двух последующих  $\beta^-$ -распадов. Какова схема дальнейшего распада образовавшегося нуклида?
2. Записать реакцию распада  ${}_{53}^{131}\text{I}$ . Почему загрязнение среды этим радионуклидом и его наличие в организме наиболее просто обнаружить? В чем сущность йодной профилактики?
3. Записать реакции распада  ${}_{55}^{137}\text{Cs}$  и  ${}_{38}^{90}\text{Sr}$ . В чем состоят различия в накоплении этих радионуклидов в тканях организма? Наличие какого из них обнаруживается проще? Почему?
4. Постоянная радиоактивного распада нуклида  $1,61 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ . Найти его период полураспада и среднюю продолжительность жизни.

5. Определить постоянную радиоактивного распада радионуклида, если известно, что за 1 час его активность уменьшилась на 15 %. Найти период полураспада.

6. В 1 см<sup>3</sup> морской воды находится  $10^{-15}$  г  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ ; период его полураспада 1622 года. Какое количество воды будет иметь активность в 1 мКи?

7. Радиоактивный углерод  ${}^{14}_6\text{C}$  (период полураспада 5569 лет), находящийся в теле человека обладает активностью 2500 Бк. Определить его количество в граммах.

8. Допустимый уровень загрязнения рабочих помещений для бета-активных радионуклидов (кроме  ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ ) 2000 частиц/(см<sup>2</sup>·мин); для  ${}^{90}_{38}\text{Sr}$  — в 5 раз меньше. Допустим ли уровень загрязнения поверхности с бета-активностью 50 Ки/км<sup>2</sup>, если это загрязнение обусловлено только  ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ ; если —  ${}^{137}_{55}\text{Cs}$  и  ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ ?

9. При перевозках грузов в пределах санитарно-защитной зоны допустимое загрязнение поверхности контейнеров альфа-активными нуклидами не должно превышать 10 частиц/(см<sup>2</sup>·мин). Найти допустимую активность поверхности контейнера в Ки/м<sup>2</sup>.

10. Найти число альфа-частиц, испускаемых за одну секунду  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ , количество которого 1 г.

11. Удельная активность раствора  ${}^{131}\text{I}$  на 10 мая составляла 10 МБк/мл. Сколько миллилитров раствора надо было дать больному 18 мая, чтобы активность введенного объема раствора составила 500 кБк? Для йода-131 период полураспада  $T_{1/2}=8,05$  суток.

12. Сформулируйте и обоснуйте основные требования к радиофарм-препаратам.

13. Определить активность содержащегося в организме радия, если известно, что активность выделений (по радию) равна 600 расп/мин. Считать, что за сутки из организма выводится 0,01 % содержащегося в нем радия.

14. Какой вид излучения следует выбрать для облучения небольшой опухоли, располагающейся на глубине 3 см — пучок электронов высокой энергии или гамма-излучение  ${}^{60}\text{Co}$ ? Почему?

### Литература

1. Конспект лекций.
2. Ильич Г.К. Медицинская и биологическая физика. Ионизирующие излучения.
3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.



## **ЗАДАНИЕ № 35. ДОЗИМЕТРИЯ (СЕМИНАР). ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА: «ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ ФОНОВОГО ОБЛУЧЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ»**

### ***Вопросы к занятию:***

1. Экспозиционная и поглощенная доза, мощность дозы. Единицы их измерения.
2. Относительная биологическая эффективность излучения (ОБЭ). Коэффициент качества излучения. Эквивалентная доза и ее мощность. Единицы измерения.
3. Эффективная эквивалентная доза. Коэффициент радиационного риска (взвешивающий фактор).
4. Коллективная доза.
5. Естественный радиационный фон и фоновое облучение человека.
6. Методы регистрации ионизирующих излучений. Детекторы ионизирующих излучений. Особенности детектирования альфа-, бета- и гамма-излучений.
7. Принципы устройства дозиметрических приборов (дозиметров и радиометров). Измерение мощности экспозиционной дозы внешнего облучения дозиметрами. Определение удельной массовой активности продуктов питания радиометрами.
8. Связь между активностью и эквивалентной дозой внутреннего облучения.
9. Расчет эквивалентной дозы внутреннего облучения при кратковременном поступлении радионуклидов в организм.
10. Принципы расчета эквивалентной дозы внутреннего облучения при длительном поступлении радионуклидов в организм.

### ***Решить задачи:***

1. Однородным объектом массой 60 кг в течение 6 часов был поглощен 1 Дж энергии. Определите поглощенную дозу и ее мощность.
2. В 10 г ткани поглощается  $10^9$  альфа-частиц с энергией около 5 МэВ. Определите поглощенную и эквивалентную дозы.
3. Средняя мощность экспозиционной дозы облучения в рентгеновском кабинете  $6,45 \cdot 10^{-12}$  А/кг. Врач находится в течение 5 часов в этом кабинете. Какова доза его облучения за 6 рабочих дней?
4. Оцените, насколько повышается температура тела человека при получении им дозы в 400 рад при облучении всего тела гамма-излучением
5. Найти поглощенную организмом дозу излучения при полном бета-распаде в нем радионуклида  $^{32}\text{P}$  (период полураспада 14 суток) активностью 0,3 мКи. Средняя энергия бета-распада 0,69 МэВ. Масса человека равна 70 кг. Считать, что радионуклид из организма не выводится.

6. После поступления в организм радиоактивного йода эквивалентная доза его в щитовидной железе составила 8 мЗв. Определите эффективную эквивалентную дозу. Коэффициент радиационного риска для щитовидной железы  $w = 0,03$ .

7. Составьте и решите дифференциальное уравнение, описывающее изменение активности радионуклидов в организме при их однократном поступлении.

8. Получите формулу для расчета эквивалентной дозы в органе при однократном поступлении радионуклидов в организм.

9. Составьте дифференциальное уравнение, описывающее изменение активности радионуклидов в организме при их непрерывном поступлении с постоянной скоростью.

### Литература

1. Конспект лекций.
2. Ильич Г.К. Медицинская и биологическая физика. Ионизирующие излучения.
3. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика.

## ИТОГОВЫЕ ВОПРОСЫ

### ПО ВСЕМУ КУРСУ МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

#### I. Элементы высшей математики и теории вероятностей

1. Производная функции, ее физический и геометрический смысл. Дифференциал функции.

2. Неопределенный и определенный интегралы.

3. Частные производные и полный дифференциал.

4. Дифференциальные уравнения. Примеры составления дифференциальных уравнений для решения медико-биологических задач.

5. Основные понятия и теоремы теории вероятностей.

6. Статистическая обработка данных прямых измерений. Расчет погрешностей прямых измерений.

7. Оценка погрешностей косвенных результатов измерений.

#### II. Основы биоакустики и гемодинамики

8. Физические и физиологические характеристики звука. Диаграмма слышимости. Уровень интенсивности и уровень громкости звука, единицы их измерения.

9. Ультразвук. Получение ультразвука. Отражение и поглощение ультразвуковых волн биотканями, акустический импеданс.

10. Биофизические механизмы взаимодействия ультразвуковых волн с биологическими тканями. Терапевтическое и хирургическое применение ультразвука.

11. Ультразвуковая диагностика. Методы получения изображений органов.

12. Эффект Доплера. Измерение скорости кровотока с помощью эффекта Доплера.

13. Уравнение Бернулли, условие неразрывности струи, пределы их применимости для описания кровотока.

14. Вязкость жидкости, методы её определения. Ньютоновские и неньютоновские жидкости. Вязкость крови. Факторы, влияющие на вязкость крови в организме.

15. Формула Пуазейля. Распределение давления и скорости кровотока по сосудистой системе.

16. Пульсовые волны, механизм их возникновения. Скорость пульсовой волны. Регистрация пульсовых волн.

17. Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Условия проявления турбулентностей в сердечно-сосудистой системе.

18. Работа и мощность сердца.

### **III. Электрические явления в организме, электрические воздействия и методы исследования**

19. Основные характеристики электрического поля. Поле диполя. Диполь в электрическом поле.

20. Физические основы электрографии тканей и органов. Электрическое поле сердца как поле диполя. Электрокардиография. Отведения Эйнтховена. Усиленные униполярные отведения.

21. Ток в жидкостях. Подвижность ионов. Электропроводность электролитов. Гальванизация. Лечебный электрофорез.

22. Омическое сопротивление, емкость и индуктивность в цепи переменного тока. Электрические фильтры.

23. Полное сопротивление цепи переменного тока (импеданс). Резонанс в цепи переменного тока.

24. Эквивалентная схема живой ткани. Зависимость импеданса живой ткани от частоты тока.

25. Физические основы реографии (импедансной плетизмографии).

26. Пассивный транспорт веществ через биологические мембраны, его виды.

27. Математическое описание пассивного транспорта (уравнения Теорелла, Фика, Нернста–Планка).

28. Активный транспорт ионов через биомембрану. Виды ионных насосов. Принцип работы натрий-калиевого насоса.

29. Мембранные потенциалы покоя. Их ионная природа. Уравнения Нернста и Гольдмана–Ходжкина–Катца.

30. Генерация потенциала действия. Его форма и характеристики.

31. Распространение потенциала действия по миелиновому и безмиелиновому нервному волокну.

32. Параметры биоэлектрических сигналов. Гармонический анализ биоэлектрических сигналов, теорема Фурье.

33. Основные характеристики медицинских приборов (чувствительность, полоса частот, динамический диапазон, время реакции, уровень помех) и их связь с параметрами регистрируемых биосигналов.

34. Электробезопасность медицинской аппаратуры. Роль заземления. Роль балластных сопротивлений. Классы безопасности.

35. Общая схема получения, передачи и регистрации медицинских данных. Электроды. Обоснование необходимости и методов снижения переходного сопротивления электрод-кожа. Электродный потенциал и его роль в электродной цепи.

36. Измерительные преобразователи (датчики), их классификация и назначение в медицинской аппаратуре. Датчики давления. Полупроводниковые датчики температуры.

37. Контактная разность потенциалов. Термоэлектрические явления в металлах и полупроводниках. Термопары как температурные датчики.

38. Усилители биоэлектрических сигналов. Их основные характеристики (коэффициент усиления, частотная и амплитудная характеристики, полоса частот, динамический диапазон). Дифференциальный усилитель.

39. Электростимуляция тканей и органов. Параметры импульсных сигналов, применяемых для электростимуляции, и их физиологическое обоснование. Закон Дюбуа–Реймона.

40. Электровозбудимость тканей. Уравнение Вейса–Лапика. Реобазы и хронаксия.

41. Электростимуляция сердца, ее виды. Дефибрилляторы.

42. Первичные механизмы воздействия на организм высокочастотных токов и полей. Тепловые и нетепловые эффекты. Получение высокочастотных электромагнитных колебаний. Терапевтический контур.

43. Диатермия. Электрохирургия. Моноактивная и биактивная методики. Электротомия и электрокоагуляция. Области применения электрохирургии.

44. Местная дарсонвализация. Параметры воздействия, способ подведения тока к пациенту.

45. УВЧ-терапия. Непрерывный и импульсный режим. Аппараты УВЧ-терапии.

46. Индуктотермия. Микроволновая и ДМВ-терапия. КВЧ-терапия.

#### **IV. Оптические методы исследования**

47. Дифракция и интерференция света. Дифракционная решетка. Голография.

48. Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Поляризация при отражении света, закон Брюстера.

49. Двойное лучепреломление, поляризационные призмы. Явление дихроизма. Поляроиды. Закон Малюса.

50. Вращение плоскости поляризации. Поляриметрия и спектрополяриметрия.

51. Показатель преломления. Рефрактометрия. Явление полного внутреннего отражения. Волоконная оптика. Эндоскопия и эндоскопы.

52. Оптическая микроскопия. Ход лучей в микроскопе и его увеличение. Предел разрешения микроскопа. Формула Аббе.

53. Электронная микроскопия. Принципиальное устройство электронного микроскопа. Предел разрешения электронного микроскопа.

54. Дисперсия света. Спектроскопы, спектрографы, монохроматоры.

55. Поглощение света и его законы. Показатель поглощения, коэффициент пропускания, оптическая плотность. Колориметры и спектрофотометры.

56. Рассеяние света. Особенности светорассеяния на мелких и крупных частицах. Нефелометрия.

57. Оптическая система глаза. Аккомодация, угол зрения, острота зрения. Недостатки оптической системы глаза и их устранение с помощью линз.

58. Чувствительность глаза к свету и цвету. Адаптация.

59. Фотоэффект внешний и внутренний. Фотоэлементы, фотоумножители. Электронно-оптические преобразователи. Фотоспротивления.

60. Тепловое излучение тел. Характеристики излучения (энергетическая светимость, спектральная плотность энергетической светимости). Абсолютно черное тело. Законы теплового излучения (Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина).

61. Тепловое излучение тела человека, его спектр, длина волны излучения, на которую приходится максимум спектральной плотности. Основы термографии и тепловидения.

62. Излучение и поглощение энергии атомами и молекулами. Спектр атома водорода. Молекулярные спектры.

63. Люминесценция и ее виды. Характеристики люминесценции: длительность, спектр, квантовый выход. Закон Стокса и закон Вавилова. Люминесцентные метки и зонды.

64. Вынужденное излучение и усиление света. Лазеры. Свойства лазерного излучения.

65. Электронный парамагнитный резонанс. Области его применения. Парамагнитные метки и зонды.

66. Ядерный магнитный резонанс. Химический сдвиг в спектрах ЯМР.

## **V. Ионизирующие излучения. Основы дозиметрии**

67. Рентгеновское излучение. Возникновение тормозного рентгеновского излучения, его спектр и коротковолновая граница.

68. Устройство рентгеновских трубок. Регулировка жесткости и интенсивности рентгеновского излучения.

69. Возникновение характеристического излучения. Его спектр. Закон Мозли.

70. Первичные механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом (когерентное рассеяние, некогерентное рассеяние, фотоэффект).

71. Закон ослабления потока рентгеновского излучения веществом. Слой половинного ослабления. Показатели ослабления и поглощения рентгеновских лучей. Защита от рентгеновского излучения.

72. Зависимость показателя поглощения рентгеновских лучей от свойств вещества и длины волны. Физические основы рентгенодиагностики. Специальные методы рентгенодиагностики (применение контрастных веществ, флюорография, использование телевизионных систем). Принципы рентгеновской компьютерной томографии.

73. Достоинства и недостатки основных современных методов получения изображений органов и тканей: ультразвуковых, тепловизионных, рентгеновских компьютерных и ЯМР методов.

74. Радиоактивный распад, его виды. Энергетические спектры частиц и гамма-квантов, возникающих при распаде. Примеры распада радионуклидов, определяющих основной характер радиоактивного заражения после Чернобыльской катастрофы.

75. Основной закон радиоактивного распада. Постоянная распада, период полураспада, средняя продолжительность жизни радионуклидов и связь между ними.

76. Активность. Единицы измерения активности. Удельная массовая, объемная и поверхностная активность. Связь активности радионуклидов и их массы.

77. Ядерные реакции и методы получения радионуклидов.

78. Параметры, характеризующие взаимодействие излучения с веществом (линейная плотность ионизации, линейная передача энергии, средний линейный пробег). Особенности взаимодействия с веществом альфа-, бета-, гамма-излучений и нейтронов.

79. Принципы радионуклидной диагностики заболеваний. Гамма-хронография и гамма-топография. Физические принципы лучевой терапии.

80. Дозиметрия ионизирующего излучения. Экспозиционная и поглощенная дозы. Связь между ними. Мощность экспозиционной и поглощенной дозы.

81. Относительная биологическая эффективность ионизирующих излучений. Коэффициент качества. Эквивалентная доза.

82. Эффективная эквивалентная доза. Коэффициент радиационного риска (взвешивающий фактор). Коллективная доза. Естественный радиационный фон.

83. Детекторы ионизирующих излучений. Особенности детектирования альфа-частиц, бета- и гамма-излучений. Дозиметрические приборы (радиометры и дозиметры). Принципы радиометрии внутреннего облучения.

84. Связь активности радионуклида и эквивалентной дозы внутреннего облучения. Определение эквивалентной дозы при однократном поступлении радионуклидов в организм.

85. Принципы расчета эквивалентной дозы при непрерывном поступлении радионуклидов в организм.