

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ  
ВЫСШЕМУ И СРЕДНЕМУ МЕДИЦИНСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

**ТАШКЕНТСКИЙ ПЕДИАТРИЧЕСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ПРАКТИЧЕСКИХ  
РАБОТ ПО МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКЕ**  
(для студентов второго курса медицинского института)

Ташкент - 2005 г.

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ ВЫСШЕМУ И  
СРЕДНЕМУ МЕДИЦИНСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

ТАШКЕНТСКИЙ ПЕДИАТРИЧЕСКИЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

«Утверждаю»  
Директор Учебно-  
методического кабинета МЗ РУз  
доц. Т. С Саидов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2005

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ПРАКТИЧЕСКИЕ  
ЗАНЯТИЕ ПО МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКЕ**  
(для студентов второго курса медицинского института)

Ташкент - 2005 г.

**Составили:** Ю.Н.Исламов к. б, н., зав. каф, медицинской и биологической физики, информатики и информационной технологии ТашПМИ

К.Н.Нишанбаев д.б, н., профессор, зав. каф. биологии и генетики ТашПМИ С.Д.Юлдашев д.б.н., профессор, зав.каф. Биофизики и информатики

**Рецензенты:** 1. Зав. кафедрой «Экологии» ТашГАУ доктор биологических наук, проф. Н.Н.Норбоев.

2. Доцент кафедры "Медицинской и биологической физики, информатики и информационной технологии" П ТашГосМИ, к.т.н., доц. У.И.Икрамов.

## Практическое занятие №1

### ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОННО-МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРОЙ.

В современной медицинской аппаратуре электробезопасность должна быть обеспечена для всех условий её эксплуатации, предусмотренных функциональным назначением прибора и оговорённых правилами пользования. Защита достигается при соблюдении трёх основных условий:

1. правильной конструкции аппаратуры, обеспечивающий безусловную безопасность;
2. применении специальных средств внешней защиты, обеспечивающий условную безопасность;
3. указаний, при которых работа с оборудованием безопасна (описательная безопасность).

Мы рассмотрим только условную безопасность, предполагающую наличие дополнительных средств внешней защиты в клинической практике. (Требования безусловной и описательной безопасности не рассматриваются, так как относятся к конструкции и испытаниям электронного оборудования, используемого в клинической практике.)

### КЛАССИФИКАЦИЯ АППАРАТУРЫ ПО БЕЗОПАСНОСТИ.

По способу обеспечения защиты персонала от электроудара все медицинское оборудование, использующее внешнее питание, делится на пять классов.

**КЛАСС 0**-аппаратура имеет только одну основную защиту (изоляция): бытовая аппаратура, аппаратура, используемая для хозяйственных нужд в клиниках.

**КЛАСС 1**-аппаратура, которая кроме основной защиты имеет и дополнительную в виде заземления, осуществляемого одновременно с включением прибора в сеть с помощью вилки, снабжённой заземляющим проводом.

**КЛАСС 01**-аппаратура класса 1 или 0, но имеющая специальную клемму для заземления прибора отдельным проводом.

**КЛАСС 2**-аппаратура этого класса характеризуется применением кроме основной защиты еще и дополнительной в виде усиленной изоляции оборудования, находящегося под напряжением питающей сети. Это оборудование не имеет защитного заземления, но может быть снабжено контактом для рабочего заземления с целью понижения помех от сети.

**КЛАСС 3**-аппаратура этого класса характеризуется низким (менее 24ч) напряжением питания, что наряду с основной изоляцией дополнительной мерой защиты от опасности электроудара, исходящей от сетевой части. Это оборудование не имеет внутренних и внешних цепей, содержащих более высокое напряжения. Оборудование 3 класса обычно не

заземляется.

## ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ.

1. При подозрении на неисправность во время подготовки прибора к работе необходимо отключить его от сети. Неисправный прибор категорически запрещается эксплуатировать. Подозрение на неисправность возникает из-за нестабильной работы указательных и индикаторных устройств прибора, возникновения подозрительных шумов, треска, запахов и т.п.

2. Помехи при записи данных нельзя устранять с помощью заземления пациента, так как наличие дополнительного заземления при использовании нескольких измерительных приборов может создать возможность опасной утечки тока через тело пациента.

3. Если такое заземление всё же необходимо, оно должно быть единственным (исключение составляет двумя нейтральными при диатермии).

4. Заземление на трубы отопления и водопровода нельзя считать удовлетворительным, поскольку всегда есть вероятность, что в другом помещении на эту же трубу заземлен прибор со значительной утечкой тока, который может распространиться на пациента и обслуживающий аппаратуру персонал.

5. Если одновременно используется несколько приборов, они должны иметь одну точку заземления. Нельзя подключать приборы к земле последовательно, в этом случае образуется "петля" заземления, по которой циркулируют токи утечки.

6. Замена патронов, вилок и других соединителей должна производиться только специалистами, хотя на первый взгляд работа кажется очень простой.

7. Запрещается эксплуатация приборов в условиях, не оговоренных правилами их пользования.

8. Не допускается самостоятельное изменение конструкции аппарата без соблюдения условий его безопасной эксплуатации.

## ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ МЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ.

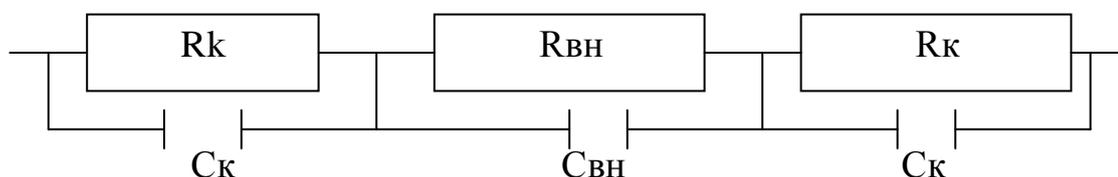
Одним из важных вопросов, связанных с использованием электронной медицинской аппаратуры, является её электробезопасность как для пациентов, так и для медицинского персонала.

Больной вследствие различных причин (озлобленность организма, действие наркоза, отсутствие сознания, наличие электродов на теле, т.е. прямое включение пациента в электрическую цепь, и др.) оказывается в особо опасных условиях по сравнению со здоровым человеком. Медицинский персонал, работающий с медицинской электронной аппаратурой, также находится в условиях риска поражения электрическим током.

В технических устройствах обычно задают электрическое

напряжение, однако действие на организм или органы оказывает электрический ток, т.е. заряд, протекающий через биологический объект в единицу времени.

Сопротивление тела человека между двумя электродами складывается из сопротивления тканей и органов и сопротивления кожи.



Сопротивление  $R_{вн}$  внутренних частей организма слабо зависит от общего состояния человека, примерно  $R_{вн}=1$  ком. Сопротивление  $R_k$  кожи значительно превосходит сопротивление внутренних органов и существенно зависит от внутренних и внешних причин (потливость, влажность). Кроме того, на разных участках тела кожа имеет разную толщину и, следовательно, различное сопротивление. Поэтому при работе с электронной медицинской аппаратурой должны быть предусмотрены все возможные меры по обеспечению безопасности.

Основное и главное требование сделать недоступным касание частей аппаратуры, находящихся под напряжением.

Для этого, прежде всего, изолируют части приборов и аппаратов, находящихся под напряжением, друг от друга и от корпуса аппаратуры. Изоляция, выполняющая такую роль, называется основной или рабочей. Отверстия в корпусе должны исключать возможность случайного проникновения и касания внутренних частей аппаратуры пальцами, цепочками для украшений и т.п. Однако даже если части аппаратуры, находящиеся под напряжением и закрыты от прикосновения, это ещё не обеспечивает полной безопасности, по крайней мере по двум причинам.

Во-первых, какой бы ни была изоляция между внутренними частями аппаратуры и её корпусом, сопротивление приборов и аппаратов переменному току не бесконечно. Не бесконечно и сопротивление между проводами электросети и землёй. Поэтому при касаний человеком корпуса аппаратуры через тело человека пройдёт некоторый ток, называемый током утечки.

Во-вторых, не исключено, что благодаря порче рабочей изоляции (старение, влажность окружающего воздуха) возникает электрическое замыкание внутренних частей аппаратуры с корпусом - «пробой на корпус" и внешняя, доступная для касания часть аппаратуры корпуса кажется под напряжением.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ.

1. Какой изоляция называется основной или рабочей

2. Какой ток называется током утечки
3. По степени защиты, на какие типа делятся электромедицинские изделия
4. В зависимости от способа дополнительный защиты на какие классы делятся аппараты
5. Объедините надежность медицинской аппаратуры
6. Объясните вероятность безопасной работе и интенсивность отказов медицинских аппаратуры
7. Каково зависимость интенсивность отказов от времени

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.М.Ремизов., А.Г.Максина., А.Я.Патапенко. « Медицинская и биологическая физика» М. 2003 г.
2. М.Б.Блохина., И.А.Эссаулова., Г.В.Мансурова. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике М. 2001 г

## Практическое занятие №2

### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УСТРОЙСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ПРОЦЕДУР. УСТРОЙСТВА ФОНЕНДОСКОПА И СФИГМОМОНОМЕТРА.

#### ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЕ КРОВИ.

**Цель занятий:** Ознакомление устройством и принцип работы фонендоскопа и сфигмоманометра.

**Студент должен знать:** Назначение и принцип работы фонендоскопа и сфигмоманометра

**Студент должен уметь:** Определить давление крови при помощи фонендоскопа и сфигмоманометра.

Звук, как и свет, является источником информации. Звук является источником информации состояния внутренних органов человека. Звуковыми явлениями сопровождается ряд процессов, происходящих в организме, например дыхание, работа сердца и т.п. Непосредственное выслушивание звуков, самостоятельно возникающих внутри организма, составляет один из важнейших приемов клинического исследования. Широко распространенный звуковой метод диагностики заболеваний является аускультация (выслушивание)-известен ещё со II в.до н.э. Для аускультаций используют фонендоскоп или стетоскоп. Стетоскоп-прямая деревянная или пластмассовая трубка с плоским раструбом на одном конце, которым она прикладывается к уху. Пользуются бинауральным стетоскопом, который облегчает выслушивание, так как в нем участвуют оба уха. Он состоит из воронки, А, прикладываемой к телу исследуемого, и двух мягких трубок, Б, наконечники, которых врач вставляет в свои наружные слуховые проходы. Более совершенным прибором является фонендоскопом состоит из полый капсулы (1)с передающей звук мембраной (2)прикладываемой к телу больного, от неё идут резиновые трубки (3)к уху врача. В полый капсуле возникает резонанс столба воздуха, следствии чего усиливается звучание и улучшается аускультация.

При аускультаций легких выслушивают дыхательные шумы, разные хрипы, характерные для заболеваний. По изменению тонов сердца и появлению шумов можно судить о состоянии сердечной деятельности. Используя аускультацию, можно установить наличие перистальтики желудка и кишечника, прослушать сердцебиение плода.

В последнее время в клиническую практику входят установки, в которых выслушиваемые звуки при помощи микрофона, прикладываемого исследуемому месту, преобразуется в электрические колебания которые затем усиливаются и воспроизводятся динамиком или системой телефонов, таким образом, выслушивание одного больного может производиться на расстоянии, а также одновременно несколькими лицами.

Физический параметр-давление крови, играет большую роль в диагностике многих заболеваний, кровяное давление является важнейшим показателем гемодинамики. Различают систолическое диастолическое, пульсовое и среднее давление крови в артериях. Систолическое давление представляет собой давление крови на стенку артерии время систолы (сокращения) желудочков сердца. Диастолическое тоже во время диастолы (расслабления) желудочков. Разность между этими давлениями называют пульсовым давлением. Среднее давление интегральная величина, представляющая собой среднее всех мгновенных значений кровяного давления за время сердечного цикла. Измерения давления в кровеносном сосуде может быть сделанной непосредственно путем введения в сосуд полый иглы, соединенной резиновой трубкой с манометром. Подобный способ используется в эксперименте на животных.

В хирургической практике непосредственное измерение давления в полостях сердца производится методом катетеризации, т.е. введения через один из крупных сосудов тонкого полиэтиленового зонда на конце находится миниатюрный электроманометр, диаметр его составляет 1-2 мм, который укрепляется на конце сердечного катетера. Датчиком в нем служит силиконовое сопротивление, соединенное с мембраной, воспринимающей давление.

Однако в медицине широко используется бескровный метод Н.С. Караткова. Для этих целей применяются приборы:

1)Сфигмоманометр. Приборы с ртутным манометром.

2)Сфигмоманометра. Прибор с металлическим мембранным манометром. Эти приборы состоят из трёх частей манжета, груша для накачивания воздуха и манометр.

Метод, основанный на выслушиваний звуков возникающих при прохождении крови через сжатую манжетой артерию. Вокруг руки между плечом и локтем накладывают манжету. Сначала давление воздуха в манжете равно нулю. По мере накачивания воздуха в манжете последняя сдавливает плечевую артерию и прекращается ток крови. Если мускулатура расслаблена, то давление воздуха внутри манжеты, приблизительно равно давлению в мягких тканях соприкасающихся с манжетам. В этом заключается основная физическая идея бескровного метода измерения давления.

Выпуская воздух, уменьшают давление в манжете и в мягких тканей, с которым она соприкасается. Когда давления станет равным систолическому, кровь будет способна пробиться через сдавленную артерию возникает турбулентное течение (систолическое). Продолжая уменьшать давление в манжете, можно восстановить ламинарное течение крови звук исчезать это соответствует диастолическое давление.

Устройства и принцип работы приборы манометрический ртутный (ПМР)

1.Внешний вид прибора изображен на рис. 1.

2.Работа прибора основана на свойстве сообщающихся сосудов.

Одним из сообщающихся сосудов является резервуар с ртутью внутри

прибора, другим - манометрическая трубка 1.

3.Крипление манометрической трубки в приборе осуществляется с помощью резьбой крышки. Герметичность системы обеспечивается резиновыми прокладками.

Шкала 2 при ослаблении винтов 4 может перемещаться в продольном направлении на 4 мм. Это позволяет корректировать положение шкалы в процессе эксплуатации.

### **Подготовка изделия к работе.**

1.Установите ручки в среднее положение и раскройте футляр до упора.

2.Выньте пневматический надеватель трубки и манжету из прибора, соедините трубки 8 с прибором, (рис 1)

3.Проверьте положение мениска ртути относительно нулевой отметки шкалы и в случае несовпадения откорректируйте положение шкалы, предварительно ослабив винты. После корректировки винты 4 закрутить.

4.Создайте в приборе давление 130-150 мм, арт. ст.

### **Порядок выполнения работы.**

1.Наложите манжету на плечо пациента соедините штуцера конусной и муфты 6.

2.Заверните вентиль 10 до отказа (рис 1)

3.Проверьте положение мениска ртути относительно нулевой отметки шкалы и в случае несовпадения откорректируйте положение шкалы.

4.Ритмично сжимая пневматический нагнетатель, создайте давление в манжете на 30-40 мм, рт.ст. выше предполагаемого систолического давления пациента.

5.Установите фонендоскопическую головку стетофонендоскопа на локтевую впадину руки дистальнее манжеты.

6.Отрегулируйте с помощью вентиля необходимую для измерения скорость снижения давления в манжете.

7.При появлении первых звуков Короткова зафиксируйте систолическое давление, а при их исчезновении диастолическое давление.

8.Разъедините конусную муфту в для быстрого сброса остаточного давления в манжете.

### **ВОПРОСЫ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ.**

1.Расскажите физические основы звуковых методов исследования в клинике.

2.Расскажите устройство стетоскопа.

3.Расскажите устройство бинаурального стетоскопа.

4.Объясните принцип работы стетоскопа.

5. Объясните устройства и принцип работы фонендоскопа.
6. Из каких частей состоит фонендоскоп.
7. Расскажите устройство и принцип работы ртутного сфигмоманометра.
8. Расскажите устройство и принцип работы сфигмоманометра с металлической мембраной.
9. Расскажите методы определения давления крови с помощью сфигмоманометров с ртутной и металлической мембраной.
10. Применение фонендоскопа и сфигмоманометра в диагностических целях.

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.М.Ремизов., А.Г.Максина., А.Я.Патапенко. «Медицинская и биологическая физика» М. 2003 г. 1 стр.93-101.,158-160.
2. М.Б.Блохина., И.А.Эссаулова., Г.В.Мансурова. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике М. 2001 г

## Практическое занятие №3

### ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФА.

Приборы и принадлежности: электрокардиограф, звуковой генератор, имитатор электрокардиограмм, электроды для конечностей.

Цель работы: изучение принципа работы электрокардиографа, снятие электрокардиограмм и измерение их характеристик.

Студент должен знать:

1. Теоретические основы метода.
2. Физические основы электрокардиографии.

Студент должен уметь:

1. Работать прибором ЭКГ.
2. Снятие электрокардиограмм.

Значимость изучаемой темы.

Одним из методов исследования, применяемых в медицине, является электрокардиография-регистрация электрических процессов в сердечной мышце, возникающих при её возбуждении. Этот метод нашёл широкое применение вследствие доступности и безвредности. В основе электрокардиографии лежит теория Эйнтховена, в которой сердце рассматривается как токовый диполь.

Измерение модуля и направления электрического дипольного момента сердца во времени можно отразить графически с помощью электрокардиограммы (ЭКГ). По теории Эйнтховена, существует связь между вектором электрического дипольного момента сердца и разностями потенциалов, измеряемыми между определенными точками на поверхности тела человека.

Таким образом, чтобы снять ЭКГ, нужно зарегистрировать изменение во времени этой разности потенциалов. Разность потенциалов, регистрируемая между двумя точками на поверхности тела, в физиологии называется отведением. Существуют различные системы отведения. Они отличаются методом положения точек, между которыми снимается разность потенциалов: грудные отведения, отведения от конечностей и т.д. Наиболее широко в клинической практике применяются отведения от конечностей (рис.1).

Отведения I, II и III называются стандартными. Для их получения электроды накладывают на верхние и нижние конечности. К правой ноге подключают провод заземления. Возможно также применение грудного добавочного электрода. Отведения с этим электродом называются грудными. Эти отведения дают дополнительную диагностическую информацию.

Нормальная ЭКГ за цикл работы сердца в отведении I изображена на рис.2. Зубцы ЭКГ условно обозначают буквами латинского алфавита

P,Q,R,S,T. Основными характеристиками ЭКГ являются форма и высота зубцов и длительность интервалов. В табл. XIII приложения приведены значения характеристик ЭКГ в норме. При патологических изменениях в сердце происходит изменение этих характеристик, что позволяет использовать электрокардиограммы для диагностики заболеваний сердца.

Зная высоту зубцов ЭКГ, можно определить углы, образованные вектором дипольного момента сердца с линиями отведения. Обычно определяют угол  $\alpha$ , образованный диполем с линией I отведения. В работе 20 описано, как определяется угол между вектором дипольного момента токового диполя и стороной равностороннего треугольника. Принято считать, что линия АВ соответствует отведению I, АС - отведению II, ВС - отведению III. Тогда  $U_{AB}=U_I$ ,  $U_{AC}=U_{II}$ ,  $U_{BC}=U_{III}$  и  $\alpha_{AB} = \alpha$ . В соответствии с этим формула (20,7) примет вид

$$tg \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{U_{II} + U_{III}}{U_{II} - U_{III}}$$

Где  $U_I, U_{II}, U_{III}$  - высота зубца R электрокардиограммы соответственно в отведения I, II и III. В тот момент времени, когда дипольный момент сердца принимает максимальное значение (рубец R на ЭКГ), направление дипольного момента (электрическая ось сердца) совпадает с его анатомической осью. а основании этого, используя электрокардиограмму, можно определить положение анатомической оси сердца.

Прибор, производящий запись ЭКГ, называется электрокардиографом. Существует много различных марок электрокардиографов, которые отличаются количеством каналов для записи, типом питания (батарейное, сетевое), видом записи (чернильно-перьевая, фотозапись, тепловая запись).

#### Описание установки.

В лабораторной работе используется одноканальный электрокардиограф ЭКГТ-03М с тепловой записью.

Биоэлектрические сигналы через кабель отведений и переключатель отведений (ПО) подаются на вход усилителя напряжения (УН). К входу усилителя напряжения подключается также источник калибровочного напряжения (ИК). Усиленный сигнал с выхода усилителя напряжения подаётся на вход усилителя мощности (УМ), после которого сигнал поступает на электромеханический преобразователь (ПЭМ), осуществляющий преобразование электрического сигнала в перемещение теплового пера. Теплочувствительная бумага движется равномерно

относительно пера с помощью лентопротяжного механизма (ЛПМ). Для питания усилителя биопотенциалов, электродвигателя лентопротяжного механизма, теплового пера в приборе имеется блок питания (БП).

Органы управления прибором даны на рис.3: сетевой выключатель 1; регулятор канала пера

2;индикатор включения питания

3;разъём для подключения кабеля отведения

4;переключатель отведения

5;регулятор смещения пера

6;кнопка калибровки "1мВ"

7;кнопка

переключателя скорости движения ленты 8;кнопка успокоения "О-МТ"9; переключатель чувствительности 10;кнопка включения лентопротяжного механизма 11.

Для снятия электрокардиограммы электроды накладываются на пациента по системе стандартных отведений на внутренние поверхности предплечий и голени. Для лучшего контакта электрода с кожей между ними помещаются прокладки из марли, смоченные 10-% раствором поваренной соли в воде. Провода кабеля отведения соединяется с электродами в следующем порядке: красный электроду на правой руке, желтый электроду на левой, зелёный к электроду на левой ноге, чёрный к электроду на правой.

При выполнении лабораторной работы пациент может быть заменен имитатором электрокардиограммы. Имитатор представляет собой генератор электрических колебаний, по форме совпадающих с ЭКГ. Прибор имеет 3 выхода соответствующие трем отведениям ЭКГ. Частоту получаемых колебаний можно изменять.

Порядок выполнения работы.

1.Подготовка прибора ЭКГ-03М к работе;

А) заправьте электрокардиограф бумажной лентой;

Б) установите:

\* Выключатель сети в положении ОТКЛЮЧЕНО;

\* Переключатель отведений в положение 1 мВ;

\* Переключатель чувствительности в положение 10 мм/мВ;

\* Кнопку включения лентопротяжного механизма М в положении ОТКЛЮЧЕНО;

\* Кнопку успокоения "О-МТ" в нижнее положение;

\* Кнопку переключателя скорости движения ленты в положение 25 мм/с;

В) соедините электрокардиограф с заземляющим контуром (гнездо заземления расположено на задней стенке электрокардиографа);

Г) включите электрокардиограф в сеть;

Д) наложите электроды на пациента и подключите провода кабеля отведений к электродам (или к выходу имитатора ЭКГ);

Е) подключите кабель отведений к разъёму 4 (рис.3) электрокардиографа.

2. Запись электрокардиограммы:

А) установите перо на середину поля записи регулятором смещения пера;

Б) кнопку успокоения "0-МГ" установите в верхнее положение;

В) включите запись, нажав кнопку включения лентопротяжного механизма, и, нажимая кнопку "1 мВ", запишите несколько кратковременных импульсов;

Г) запишите ЭКГ в трёх стандартных отведениях, изменяя положение переключателя отведений. При переключении отведений в приборе ЭКГ1Т-03М предусмотрено автоматическое успокоение.

Д) измерьте для каждого отведения высоты  $h$  зубцов ЭКГ. По измеренной высоте зубцов и чувствительности  $S$  электрокардиографа вычислите разность потенциалов  $U = h/S$ , соответствующую каждому зубцу;

Е) результаты измерений и вычислений занесите в таблицу 1.

Ж) пользуясь данными таблицы 1, определите угол, а по формуле!;

З) вычислите для отведения I длительности  $t$  временных интервалов ЭКГ по формуле  $t = l/v$ , где  $l$  - расстояние между соответствующими точками электрокардиограммы;  $v$  - скорость движения ленты;

И) результаты измерений и вычислений занесите в табл.2;

К) определите частоту пульса пациента (или частоту колебаний имитатора ЭКГ);

Л) если работа выполняется с имитатором ЭКГ, то изменив частоту колебаний имитатора, сделайте задание п. Г),3)-К).

| Условное обозначение зубца ЭКГ | h/мм |    |     | S, мм /мВ |    |     | U, мВ |    |     |
|--------------------------------|------|----|-----|-----------|----|-----|-------|----|-----|
|                                | I    | II | III | I         | II | III | I     | II | III |
| P                              |      |    |     |           |    |     |       |    |     |
| R                              |      |    |     |           |    |     |       |    |     |
| S                              |      |    |     |           |    |     |       |    |     |
| T                              |      |    |     |           |    |     |       |    |     |

Таблица 32.2.

| Условное обозначение интервала | $v$ мм/с | $l$ , мм | $t$ , с |
|--------------------------------|----------|----------|---------|
| R-R                            |          |          |         |
| P-Q                            |          |          |         |
| Q-R-S                          |          |          |         |
| S-T                            |          |          |         |
| Q-T                            |          |          |         |

Таблица 32.2.

|       |   |    |    |      |     |
|-------|---|----|----|------|-----|
| F, Гц | 1 | 10 | 30 | .... | 200 |
| A, мм |   |    |    |      |     |
| U, мВ |   |    |    |      |     |
| R     |   |    |    |      |     |

3. Изучение влияния возможных помех на ЭКГ (задание выполняется только при работе с пациентом):

А) замените под электродом правой руки мокрую прокладку сухой и запишите ЭКГ в отведении 1;

Б) учитывая установленную чувствительность электрокардиографа, определите амплитуду помехи задания 2;

В) проверьте установку пера на середине поля записи;

Г) начните запись ЭКГ в отведении 1. Во время записи пациент должен слегка сжимать и разжимать пальцы руки;

Д) определите амплитуду отклонения записи от нулевой линии.

4. Снятие частотной характеристики электрокардиографа:

А) поставьте переключатель чувствительности электрокардиографа в положение 5 мм/мВ;

Б) контролируя выходной сигнал звукового генератора по вольтметру, установите амплитуду сигнала  $U_0$  и частоту  $f$  Гц;

В) подключите провода, соответствующие отведению I к выходным клеммам звукового генератора;

Г) поставьте переключатель отведений в положение 1. При этом следите за этим, чтобы колебания пера не выходили за пределы поля записи. В противном случае необходимо уменьшить амплитуду подаваемого сигнала;

Д) включите лентопротяжной механизм (на 2-3 с);

Е) запишите сигнал со звукового генератора (не изменяя его амплитуды) при частотах  $f=1, 10, 30, 50, 80, 120, 140, 160, 170, 180, 190, 200$  Гц;

Ж) измерьте по полученным графикам двойную амплитуду колебаний  $A$  для всех частот и вычислите соответствующие значения разности потенциалов  $U$  по формуле  $U=A/(2S)$ , где  $S$ -чувствительность электрокардиографа;

З) вычислите коэффициент усиления  $R$  электрокардиографа для всех частот:  $R=U/U_0$ ;

И) результаты измерений и вычислений занесите в табл.3; электрокардиографа от частоты входного сигнала (частотную характеристику)  $R = a(f)$

### ВОПРОСЫ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

1. Какие потенциалы называют биопотенциалом?
2. В чем состоит теория - Эйнтховена?
3. Из каких блоков состоит аппаратура, регистрирующая

биопотенциалы?

4. Что такое переключатель отведение и его назначения?
5. Что называется электрокардиограммой?
6. Расскажите принцип работы ЭКГ?
7. Чем различаются аппараты ЭКГ?
8. Какие электроды применяется для снятие биопотенциалы?

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.М.Ремизов., А.Г.Максина., А.Я.Патапенко. « Медицинская и биологическая физика» М. 2003 г. Гл 12 стр234-238
2. М.Б.Блохина., И.А.Эссаулова., Г.В.Мансурова. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике М. 2001 г Гл.6.стр.187-195.

## Практическое занятие №4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРА В РАСТВОРЕ С ПОМОЩЬЮ ПОЛЯРИМЕТРА.

**Цель работы:** изучение устройства поляриметра П - 161 и определение концентрации сахара в растворах.

**Приборы и принадлежности:** поляриметр П-161, кюветы с раствором сахара различной неизвестной концентрации и один раствор известной концентрацией сахара.

#### Значимость изучаемой темы

Электромагнитную волну, в которой векторы  $E$  и следовательно, вектор  $H$  лежат во вполне определенных плоскостях, называют плоскополяризованной.

Плоскость, проходящая через электрический вектор  $E$  и направление распространения электромагнитной волны, является плоскостью поляризации.

Плоскополяризованную волну излучает отдельный атом. В естественном свете, идущем от Солнца, накаливаемой нити лампы, газоразрядной трубки, пламени и, т.е., складываются неупорядоченные хаотически ориентированные излучения множества атомов, поэтому направление  $E$  не выдерживается в одной плоскости. Такой свет называют естественно неполяризованным, электрические векторы ориентированы по всевозможным, перпендикулярным к лучу, направлениям.

Устройство, позволяющее получать поляризованный свет из естественного, называют поляризатором. Он пропускает только составляющую вектора  $E$  на некоторую плоскость - главную плоскость поляризатора. При вращении поляризатора относительно луча естественного света поворачивается плоскость колебаний вышедшего плоскополяризованного света, но интенсивность его не изменяется. Поляризатор можно использовать для анализа поляризованного света, тогда его называют анализатором. Если плоскополяризованный свет с амплитудой электрического вектора  $E_0$  падает на анализатор, то он пропускает только некоторую составляющую, равную:

$$E = E_0 \cos \alpha \quad (1)$$

где  $\alpha$  - угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора.

Так как интенсивность света пропорциональна квадрату амплитуды колебаний получает:

$$I = I_0 \cos^2 \alpha \quad (2)$$

где  $I_0$  - интенсивность плоскополяризованного света, падающего на анализатор;  $I$  - интенсивность света, вышедшего из анализатора. уравнение (2) выражает закон Малюса.

При прохождении через вещество плоскополяризованного света в некоторых случаях наблюдается вращение плоскости поляризации.

Вещества, обладающие таким свойством, называют оптически активным.

Если между поляризатором и анализатором поместить кварцевую пластинку так. Чтобы свет проходил вдоль ее оптической оси, то в общем случае свет дойдет до наблюдателя. Если же анализатор повернуть на некоторый угол, то можно вновь добиться затемнения. Это свидетельствует о том, что кварцевая пластинка вызвала поворот плоскости поляризации на угол, соответствующий повороту анализатора для получения затемнения.

В растворах угол поворота плоскости поляризации пропорционален пути  $l$  луча в растворе и концентрации  $C$  раствора:

$$\alpha = [\alpha_0] \cdot C \cdot l \quad (3)$$

где  $[\alpha_0]$ -удельное вращение. Оно обратно пропорционально квадрату длины волны, зависит от природы вещества и температуры.

При пропускании поляризованного света через раствор оптически активного вещества плоскости поляризации волн различной длины волны будут поворачиваться по-разному. В зависимости от положения анализатора через него проходят лучи различной окраски. Это явление называется вращательной дисперсией, т.е. угол поворот и плоскости поляризации зависит от длины волны.

Если плоскость поляризации поляризатора совпадает в плоскостью поляризации анализатора, то поляризованная волна полностью пройдет через анализатор. Если плоскость поляризации анализатора перпендикулярна плоскости поляризации поляризатора (скрещенные поляризатор и анализатор). То свет не проходит через анализатор, поле зрения затемнено. Если между скрещенными поляризатором и анализатором и поместить кювету с раствором оптически активного вещества, то поле зрения просветляется, чтобы снова получить полностью затемненное поле зрения, необходимо анализатор повернуть на угол поворота плоскости поляризации света при прохождении через кювету с раствором. Зная удельное вращение данного вещества и длину кюветы. Ю. можно определить концентрации раствора:

$$C = \frac{\alpha}{([\alpha_0] * l)}$$

Метод применяемый для качественного и количественного анализа оптически активных веществ с помощью поляриметра, называется поляриметрией. Он широко используется в медицине и биологии (например, для определения оптической активности сывороточных белков с целью диагностики рака). В клинической практике, например, для применяемый для этой цели, называется поляриметром.

#### **Описание прибора.**

В работе используется медицинский поляриметр П-161 (рис.1.) В портативном поляриметре П- 161 применен принцип уравнивания яркостей разделенного на три части поля зрения. Разделение поля зрения на три части

осуществлено введением в оптическую систему прибора кварцевой пластинки, которая занимает только среднюю часть поля зрения. Уравнивание яркостей частей поля зрения происходит вблизи полного затемнения поля, что соответствует почти полному скрещиванию поляризатора и анализатора ( $83 - 85^\circ$ ). Дневной свет с помощью зеркала (4) прибора направляется в узел поляризатора. Пройдя оранжевый светофильтр и поляризатор, свет средней частью пучка проходит через кварцевую пластинку. Защитное стекло и анализатор, а двумя крайними частями пучка - только через защитное стекло и анализатор. Уравнивание яркостей частей поля зрения производится путем вращения анализатора. Если между анализатором и поляризатором ввести кювету с оптически активным раствором или жидкостью, то равенство яркостей частей поля зрения нарушается. Оно может быть восстановлено поворотом анализатора на угол, равный углу поворота плоскости поляризации раствором: следовательно, разность двух отсчетов, соответствующих равенству яркостей частей поля с оптически активной жидкостью и без нее, определяет угол вращения плоскости поляризации и делает возможным определение концентрации вещества. Для большинства оптически активных веществ удельное вращение мало зависит от концентрации и угол вращения пропорционален концентрации, т.е.:

$$\alpha = [\alpha_0] C \cdot l$$

где  $\alpha$  - угол вращения плоскости поляризации в градусах;

$[\alpha_0]$  - удельное вращение измеренного оптически активного вещества для длины волны 589 нм и температуры  $20^\circ$ ;

$l$  - длина кюветы в дсм;

$C$  - концентрация в г/см<sup>3</sup>.

Зная угол вращения плоскости поляризации в градусах, можно определить концентрацию вещества в г/см<sup>3</sup>;

$$C = \frac{\alpha}{([\alpha_0] \cdot l)}$$

Головка анализатора состоит из зрительной трубки, неподвижного лимба с градусной шкалой и совместно вращающихся частей: анализатора, нониуса и отсчетной лупы. Головка анализатора с поляризационным устройством соединена соединительной трубкой (3).

В разрез соединительной трубки устанавливается кювета для раствора (6). На соединительной трубке крепится зеркало в оправе и шаровой держатель. Зрительная трубка служит для наблюдения оправы изображения линий раздела поля зрения.

На неподвижном лимбе вправо и влево от нуля нанесено 20 делений. Цена одного деления лимба  $1^\circ$ . В плоскости лимба на подвижной втулке имеются два нониуса - левый и правый. Каждый нониус разделен на 10 делений. Цена деления нониуса  $0,1^\circ$ .

Время выдержки кюветы с исследуемой жидкостью в приборе не превышает одной минуты, если исследуемая жидкость находилась в рабочем помещении.

### Порядок работы.

Задание 1: Определение нулевого отсчета прибора (нулевой отсчет определяется без кюветы).

1. Вращением оправы окуляра установите окуляр на глаз на резкое изображение линий раздела поля зрения.

2. Вращением кольца поворачивайте анализатор и добейтесь равенства яркостей частей поля зрения.

3. Установку на равномерную яркость частей поля зрения повторите пять раз. Каждый раз берите отсчеты по нониусу. Средняя величина из пяти отсчетов является нулевым отсчетом прибора.

4. Если нулевой штрих нониуса при установке на равенство яркостей частей поля зрения оказался относительно нулевого штриха лимба смещенным по часовой стрелке, то нулевому отсчету приписывается зонах (+), если против часовой стрелки - знак (-). Полученные данные занести в таблицу

Таблица 1

| измерений | величина, измеряемая по нониусу | нулевой отсчет |
|-----------|---------------------------------|----------------|
| 1.        |                                 |                |
| 2.        |                                 |                |
| 3.        |                                 |                |
| 4.        |                                 |                |
| 5.        |                                 |                |

**Задание 2:** Определение удельного угла вращения плоскости поляризации оптически активным раствором.

1. Кювету с испытуемым раствором известной концентрации поместите в соединительную трубку прибора.

2. Установить окуляр на глаз на резкое изображение разделяющих линий поля зрения.

3. Поворотом анализатора установите равенство яркостей частей поля зрения и возьмите отсчет в следующем протоке.

Сначала посмотрите, на сколько полных градусов повернут нуль нониуса по отношению к лимбу. Затем подсчитайте число деление от нуля нониуса до штриха нониуса, совпадающего с градусным штрихом лимба и умножьте полученное число делений на  $0,1^{\circ}$ .

К числу градусов, взятых по лимбу, прибавьте отсчет по нониусу. Таких наводок сделайте пять и возьмите среднее значение из них. Из полученного среднего значения угла поворота плоскости поляризации

вычитите нулевой отсчет, обязательно учитывая знак нулевого отсчета.

$$\alpha_x = \alpha_{i+}^+ - \alpha_0^-$$

4. Определите удельное вращение раствора сахара.

$$\alpha_0 = \frac{\alpha}{C * l}$$

C- концентрация раствора; l- длина кюветы.

Таблица 2.

| №  | $\alpha_i$ | $\alpha = \alpha_{i+}^+ - \alpha_v^-$ | $ \alpha_v  = \alpha / C * l$ | $E = \frac{ \Delta\alpha_0 }{\alpha_0} * 100$ |
|----|------------|---------------------------------------|-------------------------------|---|
| 1. |            |                                       |                               |   |
| 2. |            |                                       |                               |   |
| 3. |            |                                       |                               |   |
| 4. |            |                                       |                               |   |
| 5. |            |                                       |                               |   |

Задание 3. Определение концентрации неизвестного раствора сахара.

1. Кювету с раствором неизвестной концентрацией сахара поместите в соединительную трубку прибора.

2. Определите угол поляризации поля зрения. Затем выполняйте пункт 2-4 задания 2, и полученные данные запишите в табл. 3.

$$C = \frac{\alpha}{(\alpha_0) * l}$$

Таблица 3.

| №  | $\alpha = \alpha_{i+}^+ - \alpha_v^-$ | $C = \frac{\alpha}{(\alpha_0) * l}$ | $\Delta C$ | E* % |
|----|---------------------------------------|-------------------------------------|------------|------|
| 1. |                                       |                                     |            |      |
| 2. |                                       |                                     |            |      |
| 3. |                                       |                                     |            |      |
| 4. |                                       |                                     |            |      |
| 5. |                                       |                                     |            |      |

### ВОПРОСЫ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ.

1. Что называется поляриметрия?
2. Из чего состоит поляризационная устройства?
3. Из каких элементов состоит головка анализатора?
4. Что такое поляризатор и анализатор?
5. Объясните назначение поляриметра и принцип его работы?

6. Какие вещества называются оптически активными?
  7. Объясните принцип работы Лимб и Нониуса?
- С какой целью применяются поляриметры в медицине?

#### ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.М.Ремизов., А.Г.Максина., А.Я.Патапенко. « Медицинская и биологическая физика» М. 2003 г. Гл.20.стр.371-374 .
2. М.Б.Блохина., И.А.Эссаулова., Г.В.Мансурова. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике М. 2001 г Гл.7.стр.230-236.

## Практическое занятие №5

### ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ОСНОВ МЕТОДА АУДИОМЕТРИИ И ОЦЕНКА ОСТРОТЫ СЛУХА

**Цель занятия:** освоить физические основы аудиометрии.

**Студент должен знать:** физические и субъективные характеристики звука связь между ними, физические основы метода аудиометрии.

**Студент должен уметь:** снимать аудиограмму с помощью ГЗ - 18 и наушников и анализировать ее.

#### Значимость изучаемой темы

Аудиометрия широко используется в клинической и поликлинической практики для исследования органа слуха. Для усвоения разделов «колебания, волны, звук» в курсе физике, но и для понимания других звуковых методов исследования, широко применяемых медицинской практике; аускультации, перкуссии, фонокардиографии, измерения, давления крови методом Короткова, а также для понимания работы ультразвуковых диагностических и лечебных приборов, для понимания воздействия на организм человека инфразвука и шумов.

#### УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ЗАДАЧ.

##### ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.М.Ремизов., А.Г.Максина., А.Я.Патапенко. « Медицинская и биологическая физика» М. 2003 г. .Гл.6. стр.93-101.

2. М.Б.Блохина., И.А.Эссаулова., Г.В.Мансурова. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике М. 2001 г. Гл.2.стр.52-57.

#### БЛОК ИНФОРМАЦИИ.

Звук- это продольная механическая волна, распространяющаяся в среде с частотой от 16 до 20000 Гц.

Звуки делятся на простые и сложные тоны, шумы, звуковые удары. Простой тон – звук определенной частоты, источник его может служить камертон, звуковой генератор. Сложному тону соответствуют не гармонический колебаний частиц среды, любой сложный тон можно разложить на простые тон соответствующий самой низкой частоте  $\nu_0$  разложении называется основным, остальные имеют частоту соответствующую  $2\nu_0$ ,  $3\nu_0$  .....и т.д. И называются обертонами.

Шум - можно рассмотреть как сочетание беспорядочно меняющихся

сложных тонов сектор его сплошной. Звуковой удар - кратко временное звуковое воздействие.

Звук является механической волной и ему присущие физические характеристики волн: частота  $\nu$  длина волны  $\lambda$ , интенсивность  $J$  «энергия, переносимая волной через единицу площади, перпендикулярной направлению распространения волны в единицу времени» Звуковое давления, это дополнительная деления возникающая в местах у платнения частиц среди при прохождения в ней звуковой волны. Интенсивность звука связана со звуковым давлением

$$J = P^2 / 2\rho C$$

$P$  - звуковое давления,  $\rho$ -плотность среды,  $C$ -скорость звука среде.

Человеческое ухо воспринимает звук в очень широком диапазоне интенсивности на частоте в области 1кГц «это область наилучшей слышимости человеческого уха» от  $J_0=10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup> до  $J_{\max}=10$ Вт/ м<sup>2</sup>. Для конической оценки и характеристики интенсивности звука создана шкала уровни интенсивности, т. к. диапазон очень широкий запитая то используют логарифмическую шкалу. За начальный уровень шкалы принимают  $J_0=10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>, любую другую интенсивность выражают через десятичный лагорифный её отношения  $J_0$

$$L_6 = \lg \frac{J}{J_0}$$

Логарифм - отношения двух интенсивностей  $L_6$  выражает в балах (Б). Если, например, уровень интенсивностей звука равен 4 б, то это означает:

$$4 = \lg \frac{J}{J_0} \quad \text{или} \quad J = J_0 \cdot 10_4 \text{ подставляя}$$

Значение  $J_0=10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>, получаем:  $J_0=10^{-12} \cdot 10^4$  Вт/м<sup>2</sup> =  $10^{-8}$  Вт/м<sup>2</sup>.

Наряду с балами применяется меньшая единица измерения децибелы: 1 дб=0,1 Б, тогда

$$L_{\Delta B} = 10 \lg \frac{J}{J_0} \quad \text{или} \quad \frac{J}{J_0} \cdot 10 \text{ дБ/10}$$

Звук помимо объективных физических характеристик оценивается человеком субъективно, как объект слуховых ощущений. Различают субъективные характеристики звука - громкость, тембр, высота тона.

Громкость характеризуются уровень слухового ощущения, и определяется интенсивностью звука. Связь между громкостью и интенсивностью определяется психов - физическим законом Вебера - Фехнера: Если раздражения «в данном случае – интенсивность» увеличивать в геометрической прогрессии, то ощущении этого раздражения возрастает в арифметической. Математически это означает:  $E=K \lg J/J_0$ ,

$E$  - громкость, “ $K$ ” - коэффициент пропорциональности,  $K=f(\nu, J)$

Для того чтобы найти соответствия между громкости и интенсивностью на разных частотах пользуются кривыми и равной громкостью. Высоте тона зависит от частоты звука, чем больше частота тем более высоким он воспринимается.

Одной из основных характеристик человеческого уха является порог слышимости. Эта наименьшая интенсивность звука данной частоты. Начиная с короткой возникает едва различимое слуховое ощущение. На каждой частоте существует свой порог слышимости человеческого уха (от 16 до 20000 Гц), то она для каждого человека определяется его индивидуальными свойствами, остротой слуха. Кривая порогов в области слышимости - эта зависимость порогов слышимости основан метод измерения остроты слуха, называемой аудиометрией.

Аудиограмма – это график, показывающей потерю слуха в децибелах в зависимости от частоты колебаний.

В данной работе, сняв кривую порогов слышимости для испытуемого уха, сравнивают ее с кривой для нормального уха, строят аудиограмму и оценивают остроту слуха испытуемого.

Для этой цели используют аудиометр типа АП – 4 и др. Однако в лабораторных условиях можно произвести эти изменения, используя звуковой генератор, например ГЗ – 18 и наушники. Звуковым генератором называют электронный прибор генерирующий электрические колебания с частотой звукового диапазона от 0 до 20000 Гц. Сам генератор не является источником звука.

## **ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.**

На испытуемого надевают головные телефоны, подсоединяют их к клеммам «Выход». На установленной частоте 1000 Гц при переключении ручки аттенюатора «Ослабления d. В», начиная от 30 дБ в сторону уменьшения. Убедившись, таким образом, в исправности прибора и наушников приступают к выполнению работы, т.е. снятию порогов слышимости.

1. Стрелку вольтметра установить в среднее положение.

2. Ручкой «Установка частоты» на шкале «Частоты Hz»-установить 200 Гц.

1. Затем находят два положения ручки аттенюатора «ослабление dB». В одном звук слышан, в другом не-слышан. Затем к показаниям стрелочного прибора получим пороговое значения громкости для частоты 200 Гц. Те же самые измерения произвести на частотах 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

2. Взят полулогарфмический масштаб, построить кривую порогов слышимости, отмечая по оси X- соответственно  $L_{\text{гв}}$  а по оси. Y – громкость дБ-L дцб.

3. Оценить остроту слуха.

Для этого вычисляют L дцб для испытуемого и нормального уха на

измеренных частотах в области слышимости. Затем сроят кривую зависимости  $L_{дцб}$  от  $\nu_{уо}$  и делается вывод о патологии слуха испытуемого.

| Частота | Показания аттенюатора (десятки дБ) | Показания стрелочного прибора (дБ) | Порог слышимости дБ (испытуемого уха) | Порог слышимости дБ (нормальное уха) | Острота слуха дБ |
|---------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| 200     |                                    |                                    |                                       |                                      |                  |
| 400     |                                    |                                    |                                       |                                      |                  |
| 800     |                                    |                                    |                                       |                                      |                  |
| 1000    |                                    |                                    |                                       |                                      |                  |
| 2000    |                                    |                                    |                                       |                                      |                  |
| 4000    |                                    |                                    |                                       |                                      |                  |
| 8000    |                                    |                                    |                                       |                                      |                  |

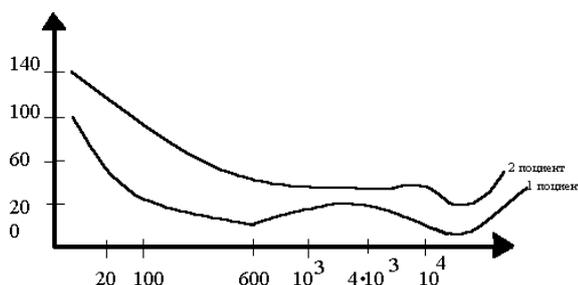
Таблица

### Вопросы и задачи для самоконтроля:

1. Природа звука. Физические и субъективные характеристики звука, связь между ними.
2. Закон Вебера - Фехнера.
3. Что такое кривая порогов слышимость?
4. Что такое аудиограмма? Как оценивается острота слуха?

Задача 1. Даны кривые порогов слышимости 2-х пациентов, рис.1. У какого пациента слух лучше?

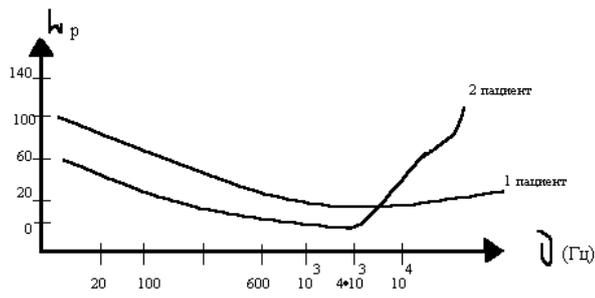
1-рис.



Задача 2.

Даны кривые порогов слышимости 2-х пациентов. Рис.2. У какого пациента слух лучше?

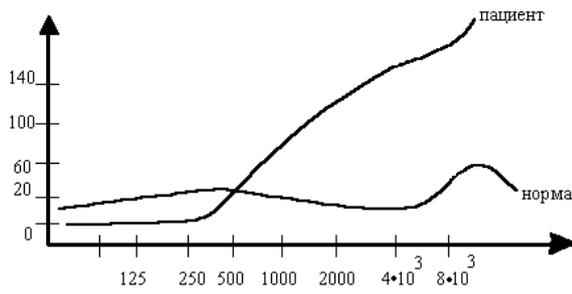
2-рис.



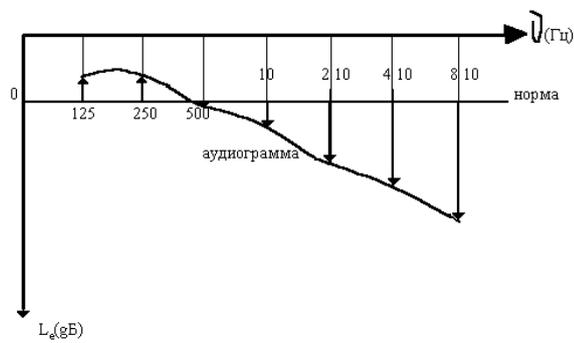
Задача 3.

Даны кривая порогов слышимости пациента и здорового человека. Построить аудиограмму пациента. Оценить слух пациента.

3-рис.



4-рис.



## ВОПРОСЫ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ.

1. Природы звука и виды звука
2. Нормальные человеческие ухо, на какие частоты более чувствительны?
3. Что такое аудиометр и расскажите принцип его работы?
4. Как снимается аудиограмма?
5. Как определяется острота слуха?
4. Какие звуковые методы диагностики вам известно?

## ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.М.Ремизов., А.Г.Максина., А.Я.Патапенко. « Медицинская и биологическая физика» М. 2003 г. Гл. 6 стр. 93-96
2. М.Б.Блохина., И.А.Эссаулова., Г.В.Мансурова. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике М. 2001 г Гл.2стр.52-53

## Практическое занятие №6

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ГАЗОВОГО ЛАЗЕРА ПРИ ПОМОЩИ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ЭРИТРОЦИТОВ

**Цель занятия:** научиться определять длину волны света и размеры малых объектов с помощью дифракционной решетки.

**Студент должен уметь:** использовать наблюдаемую дифракционную картину для определения длины волны газового лазера и размеров малых объектов.

**Студент должен знать:**

1. Что такое дифракционная решетка, её устройство, формулу.
2. Теоретические основы метода.
3. Устройство и принципы действия лазеров.
4. Расчет размеров эритроцитов.

### **Значимость изучаемой темы.**

Изучение явления дифракции имеет большое значение в методическом отношении. Благодаря ему был разработан метод рентгеноструктурного анализа, широко используемого в различных областях науки и тактики для изучения систематических объемных структур, в частности, изучая дифракционную картину рентгеновских лучей на кристаллах белка, физиологи Уотсон и Крик, расшифровали их молекулярную структуру.

## ИСХОДНЫЙ УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ.

Чтобы цель занятия была достигнута студенту необходимо знать следующие разделы физики:

1. Дифракция, дифракционная решетка.
2. Понятие о квантовых генераторах, принцип их действия.

## УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ЗАДАЧ:

1. А.М.Ремизов., А.Г.Максина., А.Я.Патапенко. « Медицинская и биологическая физика» М. 2003 г. Гл.24. стр.466-476
- 2.М.Б.Блохина., И.А.Эссаулова., Г.В.Мансурова. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике М. 2001 г Гл.8.стр.252-261
4. Ремизов А.И. «Курс физики, электроники, кибернетики для медицинских институтов», М., 1982, г 6, стр. 395-399; 301-309.
5. Горский Ф.К., Сакевич Н.М. «Физический практикум с элементами электроники», Минск, 1980, стр. 182-186.

## БЛОК ИНФОРМАЦИИ

Дифракцией света называют явление отклонения света от прямолинейного распространения в среде с резкими неоднородностями. Дифракция может наблюдаться при условии, что размеры неоднородностей (щели или препятствия) сравнимы с длиной световой волны. В природных условиях именно по этой причине дифракции применяют простой оптический прибор дифракционную решетку, представляющую собой систему параллельных шлеей, обычно равноотстоящих друг от друга. Дифракционную решетку можно изготовить путем нанесения непрозрачных штрихов (царапин) на стеклянную пластинку. Между царапинами остаются прозрачные места щели - пропускающие свет. Основным параметром суммирует ширины щели и промежутка между щелями.

Если на решетку падает параллельный пучок когерентных волн, то вторичные волны, идущие от щелей по всевозможным направлениям, взаимодействуя, образуют дифракционную картину, которая состоит из максимумов и минимумов. Если на дифракционную решетку падает белый свет, то в местах максимума будем иметь семь разноцветных полос, а в местах минимума темную полосу, если падает монохроматический свет, то в месте максимума наблюдается цветная полоска, соответствующая длине волны падающего света. Образование максимума или минимума в соответствующем месте дифракционной картины зависит от разности хода (BC) диафрагмирующих лучей в месте их встречи (рис. d)

$BC = d \sin \gamma$ ,  $\gamma$  - угол дифракции,  $d$  - постоянная дифракционной решетки.

Если эта разность хода кратна целому числу длин волн, то будут наблюдаться главные максимумы, для которых выполняется условие:

$$d \sin \gamma = + K \lambda \quad (*)$$

$K=0, 1, 2, \dots$  порядок главных максимумов.

Они расположены симметрично, относительно центрального  $L=0$ ,  $Y=0$ . Это равенство (\*) является основной формулой дифракционной решетки. Из формулы видно, что из наблюдения дифракционной картины, зная  $d$ , можно определить длину волны  $\lambda$  падающего света.

В данной работе с помощью дифракционной решетки определяется длина волны газового лазера.

Процессы излучения электромагнитной энергии квантовыми системами (атомами, молекулами, ионами) при переходе на более низкий энергетический уровень совершается самопроизвольно (спонтанно), т.е. без внешнего воздействия. Спонтанным излучением являются, например, тепловое излучение и люминесценция.

Возможно, однако, и такой процесс, при котором возбужденные атомы (молекулы, ионы) излучают не самопроизвольно, а под влиянием внешнего электромагнитного поля.

В частности, под действием падающего на них света. Этот процесс и самоизлучение называют индуцированным или вынужденным излучением. Существование индуцированного излучения было предсказано А.Эйнштейном теоретически в 1919. Суть его заключается в следующем, фотон света, пролетая мимо возбужденного атома, превращает его в невозбужденный атом, который при переходе в нормальное состояние излучает новый фотон. Два фотона, пролетая в свою очередь мимо других возбужденных атомов переведут их также в нормальное состояние с одновременным излучением ещё двух фотонов и т.д. Происходит лавинообразное увеличение числа фотонов, т.е. усиление света. Если же частота фотона не совпадает с частотой возбужденного атома, то индуцированного излучения не будет. Кроме того, Эйнштейн доказал, что частота пролетающего фотона и вновь образованного совпадают в фазе и, значит, излучение должно быть когерентным.

Известно, что поглощают электромагнитную энергию атомы вещества, которые находятся более низком энергетическом уровне, (переходя при этом на более высокий уровень). Излучают же те атомы, которые находятся на более высоком уровне (переходя при этом на более низкий уровень). Следовательно, если вещество содержит большее число  $N_1$  атомов на нижнем энергетическом уровне, чем на верхнем  $N_2$  или, как принято говорить, населенность нижнего уровня больше, чем верхнего, т.е.  $N_1 > N_2$ . В этом случае поглощение преобладает над излучением и вещество ослабит проходящее сквозь него первичное излучение (рис.1 а). Если же населенность верхнего уровня больше, чем нижнего ( $N_2 > N_1$ ), то индуцированное излучение будет преобладать над поглощением и вещество усилит первичное излучение (рис. 1б). Возможность создания квантовой системы, усиливающей проходящее через электромагнитное излучение, была обоснована в 1939 г. советским физиком В.А.Фабрикантом.

Итак, для усиления веществом проходящего через него первичного

электромагнитного излучения необходимо, чтобы из двух энергетических уровней верхний уровень 2 был населен больше нижнего 1, т.е.  $N_2 > N_1$ .

В обычных условиях термодинамического равновесия является неравновесным. Для того, чтобы создать и поддерживать такое состояние, необходимы специальные условия (специальные приборы).

Одним из них является генератор, разработанный в 1954 г. советскими физиками Н.Г.Басовым и А.М.Прохоровым и независимо от них американским физиком Ч.Таунсом.

Квантовый генератор, усиливающий оптическое излучение (свет) получил название лазера. В зависимости от применяемого рабочего вещества различают кристаллические, газовые и жидкостные лазеры.

Лазер создаёт световой пучок очень малой расходимости порядка  $10^{-4}$  рад. Например, направленный на Луну такой пучок даёт на её луч обычного прожектора дал бы на таком расстоянии пятно диаметром 40000 км. Благодаря этому и высокой частоте лазерного излучения его можно использовать для посредством одного луча огромного объёма информации, например, сотен телевизионных программ.

Лазер является самым мощным источником света. Мощность импульсного излучения составляет десятки миллионов ватт, а плотность потока энергии (интенсивность света) порядка  $10^9$  Вт/см<sup>2</sup>. Для сравнения укажем, что интенсивность излучения Солнца порядка  $10^4$  Вт/см<sup>2</sup>. С помощью оптических линз можно сфокусировать излучение лазера, доводя его интенсивность до  $10^{15}$  Вт/см<sup>2</sup>.

Рассмотренные особенности излучения, делают его исключительно перспективным прибором, который широко используется во многих областях науки и техники. В биологической и медицинской практике проводятся эксперименты по изучению поглощения лазерного излучения тканями животных и растений. С помощью лазерного луча производят разрушение поверхности опухолевых тканей, приваривания отслаившейся к сетчатке и сосудистой оболочке и другие хирургические операции.

### **Порядок выполнения работы**

приборы и принадлежности: газовый лазер, дифракционная решетка, экран, мазок, крови.

1. Определение длины волны видимой части лазерного излучения с помощью дифракционную решетку между лазером и экраном и наблюдайте дифракционную картину.

Зарисуйте полученную картину в тетради.

2. Поместите дифракционную решетку на расстояние  $L = 30$  см. от экрана и получите дифракционную картину на экране, зная период этой решетки  $d$ , найдите длину волны  $\lambda$  лазерного излучения, пользуясь соотношением:

$$d \sin y = n\lambda \quad (1) \quad \text{отсюда} \quad \lambda = \frac{d \sin y}{n} \quad (2) \quad \text{где} \quad \sin y = \frac{x}{e}$$

т.к. угол  $U$  - мал

Если подставим значение  $\sin$  в формулу (2), получим следующее:

$$\lambda = \frac{d\chi}{nL}$$

$n$ - порядок максимумов;

где  $X$  -расстояние от нулевого максимума до максимума порядков  $n$

$L$ - расстояние от дифракционной решетки до экрана.

$d$ - постоянная дифракционной решетки ( $d= 1/100$ )

3. Результаты измерений и вычислений записывают в следующую таблицу:

| Порядок максимум | Расчёт от 0 максимума |              | $X_{cp}$ | $L$ |
|------------------|-----------------------|--------------|----------|-----|
|                  | слева $X_1$           | справа $X_2$ |          |     |
| $n$              |                       |              |          |     |

II. Наблюдение дифракции на беспорядочной структуре одинаковых объектов. Расчёт размеров эритроцитов.

1. Для расчёта размеров эритроцитов помещают предметное стекло с мазком на пути лазерного луча и получают на экране дифракционную картину в виде колец (рис.2).

2. Измеряют, расстояние  $L$  от предметного стекла до экрана, радиусы колец  $r$ , зная длину волны  $\lambda$  лазерного излучения, вычисляют диаметры эритроцитов  $D$ .

3. Расчёт размеров эритроцитов проводится по следующей формуле:

$$\sin y_1 = 1,22 \frac{\lambda}{D} \quad D = 1,22 \frac{\lambda}{\sin y_1}$$

$$\sin y_2 = 2,23 \frac{\lambda}{D} \quad D = 2,23 \frac{\lambda}{\sin y_2}$$

$$\sin y_3 = 3,24 \frac{\lambda}{D} \quad D = 3,24 \frac{\lambda}{\sin y_3}$$

Значения  $\sin y$  вычисляют по следующей формуле из ABC.

$$\sin y = \frac{r}{\sqrt{r^2 + L^2}}$$

4. Результаты измерений и вычислений записывают в следующую таблицу:

| Номер колец | r | L | sin $\gamma$ | D |
|-------------|---|---|--------------|---|
| 1           |   |   |              |   |
| 2           |   |   |              |   |
| 3           |   |   |              |   |

### ВОПРОСЫ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ

1. Какие устройства называют оптическим квантовым генератором?
2. Механизм возникновения спонтанного и индуцированного излучения
3. Что называется молекулярным генератором?
4. Какие виды лазера вам известно?
5. Из каких основных элементов состоит гелий-неоновый лазер?
6. Применение лазеров в медицине
7. Какова назначения резонатора в газовом лазере?
8. Что такое офтальмокоагулятор?

### ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.М.Ремизов., А.Г.Максина., А.Я.Патапенко. « Медицинская и биологическая физика» М. 2003 г. Гл. 24 стр. 466-476
- 2.М.Б.Блохина., И.А.Эссаулова., Г.В.Мансурова. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике М. 2001 г Гл.8стр.252-261

### Практическое занятие №7

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ С ПОМОЩЬЮ КОНЦЕНТРАЦИОННОГО КОЛОРИМЕТРА КФК -2МП

**Цель работы:** научиться определять концентрацию окрещенных растворов на КФК -2МП

**Приборы и принадлежности:** концентрационный колориметр КФК - 2МП. Набор растворов  $\text{Cu SO}_4$  разной концентрации.

#### Значимость изучаемой темы

Измерение концентрации растворов требует выполнения следующей последовательности в работе:

1. выбор светофильтра;
2. выбор кювета;
3. построение градуировочного графика для данного вещества и определение коэффициентов "С" и "b"( так они обозначены на табло прибора);

4. введение коэффициентов “с” “b” в память вычислительного блока;

I. Выбор светофильтра, т.е. подбор длины волны света на которой проводы измерения. Подбор светофильтра и кювет осуществляется для уменьшения погрешности в определении концентрации.

Налить раствор в кювету и определить оптическую плотность  $D$  для всех светофильтров колориметра, меняя положение ручки 6 и соответственно -9, как указано в таблице 1 (-длина волны, соответствующая максимуму пропускания). Для определения  $D$ :

1. В кюветное отделение установить кювету с растворителем (в дальнее гнездо кюветодержателя) и кювету с исследуемым раствором в ближнее гнездо кюветодержателя.

2. Ручку 4 установить в положение “Г”/

3. Закрыть крышку кюветного отделения, нажать клавишу “К (I)”. На цифровом табло слева от мигающей запятой загорается символ “Г”.

4. Затем ручку 4 установить в положение “2”.

5. Далее нажать клавишу “Д(5)”. На цифровом табло слева от мигающей запятой появляется символ “5”. Отсчет на цифровом табло справа от мигающей запятой соответствует оптической плотности исследуемого раствора

Таблица -1.

| (Нм)<br>положение ручки 6 | положение ручки 9 | оптическая плотность $D$ |
|---------------------------|-------------------|--------------------------|
| 1. 340                    | 315 – 540         |                          |
| 2. 400                    |                   |                          |
| 3. 440                    |                   |                          |
| ·                         |                   |                          |
| ·                         | 590-980           |                          |
| ·                         |                   |                          |
| 10. 980                   |                   |                          |

По полученным данным построить кривую, откладывая по оси  $X$ - (нм) - длину волны, соответствующую максимуму коэффициента пропускания светофильтров, а по оси.  $Y$  - соответствующие значения оптической плотности раствора. На кривой отметить участок где:

1. оптическая плотность имеет максимальную величину;

2. ход кривой почти параллелен горизонтальной оси, т.е. оптическая плотность мало зависит от

Из исследованных светофильтров выбираем тот, для которого (нм), соответствующая максимуму коэффициента пропускания светофильтра, отвечает вышеуказанным условиям. Ручку 6 и 9 ставим в соответствующие положения и не меняем на протяжении дальнейших измерений.

II. Выбор кюветы.

Предварительный выбор осуществляется визуально. Если раствор окрашен интенсивно (темный), следует пользоваться кюветами с малой рабочей длиной (1-3мм), так как при большой толщине раствора будет иметь

место сильное поглощение света раствором. В случае слабо окрещенных раствором рекомендуется работать с кюветами с большей рабочей длиной (90-100 мм).

Выбранную кювету наполнить раствором средней концентрации, из тех что нужно измерить. Если измеренное значение оптической плотности составляет 0,3 - 0,5 - оставить эту кювету для работы. Если величина измеренной оптической плотности больше 0,5-0,6 берут кювету меньшей рабочей длины.

3. Построение градировочного графика для данного вещества и определение коэффициента "С" и "В".

Измерит оптические плотности всех данных растворов, данные записать в таблицу 2 и построит градировочный график: по оси Х - отменить известные концентрации растворов, по оси У соответствующие им значение оптической плотности. По градировочному графику определить коэффициенты "С" и "b". С-Д<sub>0</sub> -это значение оптической плотности при С=), т.е. при пересечении градировочного графика с осью оптической плотности Д.

$$V = t_g = \frac{D_i - C}{C_i}$$

- угол между градировочной прямой и осью концентраций С. (С<sub>i</sub>; Д<sub>i</sub>)  
- координаты токующей точки градировочного графика.

4. Ввести в память вычислительного блока коэффициенты "С" и "b". Для этого нажать клавиши "С" (или "b"), СБР - на цифровом табло слева от мигающей запятой высвечивается символ "С" (или "b", набрать с помощью клавиатуры численное значение коэффициента "С" (или "b") на цифровом табло справа от мигающей запятой высвечивается набранное значение коэффициента. Затем нажать клавишу УТВ - информация на цифровом табло высвечивается значение отличное от требуемого, повторить все операции и

Рекомендуется в процессе измерений производить контроль значения коэффициентов "С" и "b". Для этого необходимо нажать клавишу "С" (или "b") -на цифровом табло высвечивается их значение.

### III. Измерение концентрации "С" раствора

1. В кюветное отделение установить кюветы: кювету с эталонным раствором в дальнее гнездо кюветодержателя, а отобранную кювету с исследуемым раствором в ближнее гнездо кюветодержателя. Ручкой 6 установить выбранный светофильтр, ручкой 9 - нужный фотоприемник.

2. Ручку 4 установить в положение "Г" ( в световой пучок вводится кювета с растворителем или контрольным раствором).

3. Закрыть крышку кюветного отделения, нажать клавишу "К (I)". На цифровом табло слева от мигающей запятой загорается символ "Г".

4. Затем ручку 4 установить в положение "2" (в световой пучок вводится кювета с исследуемым раствором).

5. Нажать клавишу "С (4)". На табло слева от мигающей запятой появляется символ "4", означающий, что произошло измерение концентрации исследуемого раствора. Отсчет на цифровом табло справа от

мигающей запятой соответствует значению концентрации исследуемого раствора.

Записать значения в таблицу.

Таблица 2

| № изм. | С - концентрация |       |       |   |
|--------|------------------|-------|-------|---|
|        | $C_1$            | $C_2$ | $C_3$ | С |
| 1.     |                  |       |       |   |
| 2.     |                  |       |       |   |
| 3.     |                  |       |       |   |

### ВОПРОСЫ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ.

1. Из каких основных блоков состоит фотоэлектроколориметр?
2. Опишите принцип действие фотоэлектроколориметра?
3. В чем заключается явление поглощения света?
4. Сформулируете Багера - Ламберта-Бера?
5. Что называется коэффициентом пропускание вещества?
6. Что называется оптической плотностью вещества?
7. В чем заключается метода концентрационной колориметрии?
8. Для каких целей применяются фотоколориметры в медицине?

### ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.М.Ремизов., А.Г.Максина., А.Я.Патапенко. « Медицинская и биологическая физика» М. 2003 г. Гл. 24 стр. 466-450
2. М.Б.Блохина., И.А.Эссаулова., Г.В.Мансурова. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике М. 2001 г Гл.8стр.237-242.

### Практическое занятие №8

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛЁГКИХ ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ СПИРОГРАФА

**Цель занятий:** научиться определять дыхательный объём (ДО), частоту и минутный объём дыхания (МОД), резервный объём вдоха (Ровд) и выдоха (Ровды), жизненную ёмкость лёгких (ЖЕЛ),задержку дыхания на вдохе и выдохе и т.д.по спирограмме.

#### Студент должен уметь:

- 1.Определять параметры лёгких из спирограммы.
- 2.Записывать спирограмму.
- 3.Составить схему экспереметра.

#### Студент должен уметь:

- 1.Уравнение состояния газа.

2. Устройство и принцип действия спирографа.

3. Физические основы дыхания.

### **Значимость изучаемой темы.**

Свои энергетические запасы человеческий организм, как и все живые организмы, получает за счёт энергии, которая выделяется при окислительном процессе пищи. В результате окислительных процессов, происходящих в организме человека, из окружающей среды поглощается кислород и выделяется углекислый газ. Обмен газа между организмом и окружающей его средой называется дыханием. Механизм лёгочного дыхания заключается в следующем. Грудная клетка может одновременно расширяться в вертикальном, поперечном и переднезаднем направлениях. Расширение грудной клетки вызывается сокращением межреберных мышц и диафрагмы. При расширении грудной клетки лёгкие растягиваются и, так как температура тела у человека постоянная, находящиеся в лёгких газы изометрически расширяются. При изометрическом расширении газов их давление уменьшается и становится ниже атмосферного. Наружный воздух поступает в лёгкие. А следующий момент времени межреберные мышцы расслабляются. Давление воздуха в лёгких увеличивается, становится выше атмосферного: происходит выдох воздуха, обогащенный углекислым газом, в наружу.

Количество кислорода в крови человека, так необходимая для поддержания энергетического баланса тела и выделения продукта реакции углекислого газа в крови, целиком зависит от параметров и работы лёгких. Поэтому рабочий объём лёгких, частота дыхания, вентиляция лёгких жизненно важные параметры человеческого организма и изучение этих параметров с помощью физических приборов и методов позволяет диагностировать болезни дыхательных органов. Например: у нормального развитого мужчины на 1 м поверхности тела в среднем соответствует 2500 см объёма лёгких, у женщин 2000 см. Отклонение от этих норм может происходить в зависимости от возраста, профессии, тренированности, а также при некоторых заболеваниях (паралич диафрагмы, искривление позвоночника, перелом рёбер, бронхит).

Площадь поверхности  $S$ -тела человека можно приблизительно рассчитать по уравнению Дубоноса.

$$S=0,167\sqrt{ml} \quad (1) \text{ где } m\text{-масса тела, кг; } l\text{-длина, м.}$$

Измерив объём лёгких инструментально и по (1) формуле определив площадь поверхности тела можно найти удельный объём лёгких по формуле:

$$V_{уд}=V_{общ}/S \quad (2)$$

### **ИСХОДНЫЙ УРОВЕНЬ ЗНАНИЙ.**

Чтобы цель знания была достигнута, студенту необходимо знать:

1. Молекулярно-кинетическую теорию и уравнение состояния газа.
2. Физические основы дыхания.

### 3. Методы измерения объёма лёгких.

#### УЧЕБНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ЗАДАЧ.

1. Б.Т.Агапов, Г.В.Максютин, П.И.Островерхов "Лабораторный практикум по физике", М., 1982, стр.144

2. Е.А.Безденежных, А.Ф.Шевченко "Физика", М., Медицина, 1978, стр.123.

#### БЛОК ИНФОРМАЦИИ. ПРИБОРЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:

Спирограф "Спиро-2-25", термометр, секундомер, носовой зажим и загубник с тройником.

#### УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ СПИРОГРАФА "СПИРО-2-25"

Спирограф открытого типа "Спиро-2-25" предназначен для прямых объёмных измерений вдыхаемого и выдыхаемого газа, с помощью сильфонов, при чём вдох осуществляется из одного сильфона, выдох - другой. Пневмокинематическая схема прибора приведена на рис. 1.

При выдохе в предклапанном пространстве создается избыточное давление, в результате чего в сильфоне выдоха клапан (3) закрывается и клапан (2) открывается, а в сильфоне вдоха (8) клапан (7) закрывается и под действием толкателя открывается клапан (6). Воздух из лёгких, попадая в сильфон (1) создает там избыточное давление и перемещает подвижную крышку сильфона (8). В результате перемещения крышек в сильфоне (8) создаётся разрежение. Атмосферный воздух, проходя через открытый клапан (6), заполняет сильфон (8).

При вдохе в предклапанном пространстве создаётся разрежение, в результате чего в сильфоне выдоха (1) открывается клапан (3) и закрывается клапан (2), а в сильфоне выдоха (8) клапан (7) открывается и закрывается (6) клапан. Вдыхаемый воздух, проходя из сильфона (8) в лёгкие, перемещает крышки сильфона, в результате чего воздух из сильфона (1) вытесняется в атмосферу.

С подвижной крышкой сильфонного датчика жёстко связано перо (9), которое на движущейся диаграммой ленте записывает спирограмму и приводит во вращательное движение экран привода счётчика. Привод счётчика представляет собой фотоэлектрическое устройство, где световой луч от лампочки, попадающий на фотосопротивление, периодически переключается экраном только при выдохе.

#### ПРИМЕНЕНИЕ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ГАЗА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ОБЪЁМА ЛЁГКИХ

Объём лёгких рассчитанный из спирограммы выражает истинное значение только в том случае, когда температура воздуха в лёгких равна температуре воздуха в сильфоне. Разницу в давлениях можно не учитывать

потому, что передвижение клапанов, соединяющих лёгкие с сифоном и с атмосферой требует малых усилий для работы.

Однако воздух за короткое время пребывания в альвеолах легких быстро нагревается до температуры тела человека, то есть до 35,5 С, поэтому одно и то же количество воздуха занимает различные объёмы в сифонах и в лёгких. Эта разница в объёмах тем больше, чем больше разница в температурах тела человека и окружающей среды.

Воспользуемся уравнением состояния газа для определения поправки, вносимых при расчетах параметров лёгких из спирограммы. Так из уравнения состояния газа объём воздуха в лёгких будет равен:

$$V_{Л} = \frac{m}{M} * \frac{1Rt_{Л}}{P} = \Pi_{В} \frac{1Rt_{Л}}{P} \quad (3)$$

а объём воздуха в сифоне вдоха будет равен:

$$V_{СВД} = \frac{m}{M} * \frac{1Rt_{СВД}}{P} = \Pi_{В} \frac{1Rt_{ОКМ}}{P} \quad (4)$$

где  $\Pi$  - количество вещества (воздуха),  
 $R$  - универсальная газовая постоянная,  
 $P$  - давление в лёгких и в сифоне,  
 $t_{Л}$  и  $t_{КОМ}$  - температура воздуха в лёгких и в сифоне (8) (комнатная) соответственно.

Из формулы (4) определили количество воздуха и подставили в формулу (3). Тогда:

$$V_{Л} = \frac{V_{СВД} * P}{Rt_{КОМ}} * \frac{1Rt_{Л}}{P} = V_{СВД} * \frac{t_{Л}}{t_{КОМ}} = V_{СВД} * \frac{t_{Л}}{t_{КОМ}} = V_{СВД} \frac{35,5^{\circ}C}{t_{КОМ}} \quad (5)$$

где: температура тела человека, комнатная температура.

формула (5) позволяет вносить поправку при расчете объёма лёгких, полученных с помощью (8) сифона вдоха.

Таким же путём мы определим поправку для расчета объёма лёгких, полученных с помощью (1) сифона выдоха. Выдыхаемый воздух в сифоне (1) не может сразу охладиться до комнатной, но и недожат удержаться при температуре тела человека. Поэтому можно считать, что температура воздуха в сифоне (1) равна среднему арифметическому  $t_{Л}$  и  $t_{КОМ}$ . Тогда объём воздуха в лёгких определяется по формуле (3), а объём воздуха в сифоне (1) по формуле:

$$V_{C_{\text{выд}}} = \frac{m}{M} * \frac{1Rt_C}{P} = \frac{\Pi_B 1}{P} R \left( \frac{t_{\text{Л}} + t_{\text{ком}}}{2} \right) \quad (6)$$

$$V_{\text{Л}} = \frac{V_{\text{СВД}} * P}{R \left( \frac{t_{\text{Л}} + t_{\text{ком}}}{2} \right)} * \frac{1Rt_{\text{Л}}}{P} = \frac{2V_{\text{СВД}}}{\left( 1 + \frac{t_{\text{ком}}}{35,5^{\circ} \text{C}} \right)} \quad (7)$$

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПИРОГРАФА "СПИРО-2-25"

|   |           |
|---|-----------|
| Диапазон измерения объёмов, л   | 0-7       |
| Чувствительность, мм/л,   | 25        |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении, Л, не более | +/0,05X/  |
| Где X-действительное значение   |           |
| Скорость движения ленты записи, мм/мин                                | -50 и 600 |
| Рабочее напряжение, В   | 220+10%   |

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ.

1. Шланги, тройники и загубник подсоедините к прибору.
2. Включите вилку шнура питания в сетевую розетку и включите кнопку СЕТЬ (загораться сигнальная лампа), установите рулон бумаги в лентопротяжный механизм.
3. Опустите перо на ленту и сделайте пробную протяжку ленты нажатием кнопки ЗАПИСЬ на скорость 50 и 600. чувствительность, мм/л, -25
4. Включите счётчик и, сделав в прибор несколько выдохов, проверьте его работу, переведите перо в среднее положение. Скорость движе
5. Присоедините прибор к пациенту через загубник, наложите носовой зажим, включите запись.

### ЗАПИСЬ СПИРОГРАММЫ.

- а) Переведите кнопку ЗАПИСЬ на 50 мм/мин, включите счётчик (после обнуления), включите секундомер, равномерно дышите на загубник в течении 2-3 мин.
- б) Выключите кнопку счётчика, остановите секундомер, запишите показания счётчика V счет и время записи T
- в) Максимально глубоко вдохните, выдохните, подышите равномерно

10-15 сек., максимально выдохните, вдохните, подышите равномерно 10-15сек.

г)Максимально глубоко вдохните и задержите дыхание промере возможности, выдохните, подышите равномерно 10- 15 сек., максимально выдохните, задержите дыхание промере возможности, вдохните, подышите равномерно 30-40 сек.

д)Переведите кнопку ЗАПИСЬ в положение 600 мм/мин. дышите равномерно 30 сек., максимально глубоко вдохните, максимально выдохните, подышите равномерно 5-10 сек. Включите счётчик и секундомер. Прodelайте глубокие интенсивные вдохи и выдохи 20-25 сек. Выключите счетчик и остановите секундомер, запишите показания счётчика  $V$  счёт и время  $T$  . Снимите с пациента носовой зажим и его от загубника. Выключите кнопку ЗАПИСЬ, СЕТЬ и поднимите перо. Выньте вилку из розетки электропитания.

### ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ.

Для определения минутного объёма дыхания (МОД) или максимальной вентиляции лёгких (МВЛ) по счётчику воспользуемся формулой:

$$МОД = \frac{V_{Л}}{\tau_1} ; \quad МВЛ = \frac{V_{Л}}{\tau_2} \quad (8)$$

Так при работе счётчик работает только за счёт выдыхаемого воздуха, то воспользуемся поправкой по формуле:

$$V_{Л} = \frac{2V_{сч}}{\left(1 + \frac{t_{КОМ}}{35,5^0 C}\right)} \quad \text{тогда:}$$

$$МОД = \frac{2V_{сч}^1}{\tau_1 \left(1 + \frac{t_{КОМ}}{35,5^0 C}\right)} \quad МВЛ = \frac{2V_{сч}^{11}}{\tau_2 \left(1 + \frac{t_{КОМ}}{35,5^0 C}\right)}$$

### ОЦЕНКА СПИРОГРАММЫ

В результате исследования записывается спирограмма, аналогичная изображенной на рис.2. По участку «а» спирограммы определяется дыхательный объём (ДО), резервный объём вдоха (Ровд) и резервный объём выдоха (Ровды) жизненная ёмкость лёгких (ЖЁЛ), время задержки дыхания

при вдохе и выдохе. По участку "о» спирограммы, длительность вдоха и выдоха, форсированная жизненная ёмкость лёгких (ФЖЁЛ), объём форсированного выдоха (ОФВ) за промежутки времени 0,5;1 сек. Определение величин объёмов производится по формуле:

$$V_{\text{сильф}} = L_y / S \quad (10)$$

где  $L_y$ -длина линии записи объёма, мм;  $S$ -чувствительность, мм/л; С учётом поправок по формулам (5) и (7) получим для характеристик вдоха

$$V_{\text{л}} = L_y / S * 35,5 / t_{\text{ком}} \quad (11)$$

для характеристик выдоха:

$$V_{\text{л}} = \frac{L_y}{S} * \frac{2}{\left(1 + \frac{t_{\text{ком}}}{35,5^{\circ} \text{C}}\right)} \quad (12)$$

Полученные результаты объёмных параметров запишем в таблицу 1.

| МОД | ДО | Ровд | Ровд | ЖЁЛ | ФЖЁЛ | ОФВ |
|-----|----|------|------|-----|------|-----|
|     |    |      |      |     |      |     |

Полученные временные параметры запишем в таблицу 2.

| $\tau_1$ | $\tau_2$ | t вд | t вед | t Зад (вд) | t Зад (вед) |
|----------|----------|------|-------|------------|-------------|
|          |          |      |       |            |             |

Время задержки дыхания на выдохе и на вдохе определяется

$$t_{\text{зад}} (\text{вд}) = L_x / 50 \text{ мм / мин} ; t_{\text{зад}} (\text{вед}) = L_x / 50 \text{ мм / мин}$$

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.

- 1.Из чего состоит физические основы дыхания?
- 2.Как пишется спирограмма?
- 3.Как определяется параметры лёгких из спирограммы.
- 4.Из каких частей состоит аппарат спирографа?
- 5.Расскажите принцип работы спирографа.
- 6.Какие виды спирографа вам известно?

## Практическое занятие №9

### ИЗУЧЕНИЕ АППАРАТА ДЛЯ УВЧ-ТЕРАПИИ

**Приборы и принадлежности:** аппарат для ультравысокочастотной терапии, дипольная антенна, миллиамперметр, кюветы с электролитом и диэлектриком, два термометра.

**Цель работы:** ознакомление с принципом действия аппарата для УВЧ-терапии, исследование пространственного распределения его электрического поля, исследование теплового воздействия переменного электрического поля УВЧ на диэлектрике и электролиты.

**Студент должен знать:**

1. Механизм действия э/м колебаний и волн на организм.
2. Электрическое поле и его характеристики.

**Студент должен уметь:**

1. Работать с прибором УВЧ-терапии.
2. Определить тепловое воздействие на электролит и диэлектрик.

#### **Значимость изучаемой темы.**

Одним из наиболее распространенных физиотерапевтических методов является УВЧ-терапия воздействие на ткани и органы переменным электрическим полем ультравысокой частоты (30-300 МГц). УВЧ-терапия применяется при лечении воспалительных процессов в костях и суставах, невралгии, бронхиальной астмы и др. заболеваний.

Действие переменного электрического поля на молекулы и ионы в тканях организма вызывает выделение значительного количества тепла, что приводит к активизации биохимических и физиологических процессов.

Выделяемая теплота зависит от диэлектрической проницаемости ткани, их удельного сопротивления и частоты электромагнитных колебаний. Подбирая соответствующую частоту можно контролировать выделение теплоты в нужных тканях и органах.

Рассмотрим механизм действия УВЧ электрического поля на растворы электролитов и диэлектриков. Нагревание электролитов в поле УВЧ происходит за счет движения ионов, т.е. тока проводимости. При этом энергия тока переходит во внутреннюю.

Количество теплоты, выделенное в электролите

$$q_i = E^2 / \rho$$

где -  $E$  эффективное значение напряженности электрического поля;

$\rho$  - удельное сопротивление электролита.

Под действием УВЧ в диэлектрике происходит непрерывная переориентация дипольных молекул. Колебания диполей отстают по фазе от колебаний напряженности электрического поля. Количество теплоты в

диэлектрике

$$q_2 = \omega E^2 \varepsilon \varepsilon_0 \operatorname{tg} \delta$$

где  $\omega$  - круговая частота колебаний;

$E$ -напряженность поля;

$\varepsilon$ -относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика;

$\delta$ -угол диэлектрических потерь.

В состав организма входят ткани, обладающие свойствами как электролитов так и диэлектриков; следовательно под воздействием электрического поля УВЧ в тканях выделяется количество теплоты

$$q = q_1 + q_2$$

В работе используется аппарат УВЧ-30.

## ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ.

Аппарат УВЧ состоит из двухтактного лампового генератора (ЛГ) и терапевтического контура (ТК). Основными частями генератора являются: колебательный контур, включенный в анодную цепь, в котором возбуждаются незатухающие электромагнитные колебания, частота которых определяется индуктивностью  $L_a$  и ёмкостью  $C_a$  контура; источник электрической энергии  $B_a$ , за счет, которого в контуре поддерживаются незатухающие колебания; электронные лампы  $L$  и  $L$ , с помощью которых регулируется подача энергии от источника в контур, и катушка обратной связи  $L_c$ , посредством которой осуществляется передача переменного напряжения из выходной цепи на сетке ламп.

Воздействие электрическим полем УВЧ на пациента производится посредством электродов пациента (ЭП), которые включены в терапевтический контур, индуктивно связанный с анодным колебательным контуром генератора. Индуктивная связь оберегает больного от высокого постоянного напряжения, всегда имеющегося в генераторе. Наибольшая мощность выделяется в терапевтическом контуре при условии резонанса, т.е. тогда, когда частота собственных колебаний терапевтического контура совпадает с частотой колебаний, возникающих в анодном колебательном контуре генератора. Частота собственных колебаний контура зависит от его индуктивности  $L$  и ёмкости  $C$ :

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Ёмкость терапевтического контура складывается из ёмкости между электродами пациента и ёмкости переменного конденсатора  $C_t$ . Так как при различных процедурах ёмкость между электродами пациента меняется, то каждый раз необходимо производить настройку терапевтического контура в резонансе, изменяя ёмкость переменного конденсатора.

Вся электрическая схема аппарата смонтирована в металлическом корпусе. Отдельные элементы схемы экранированы. Элементы управления находятся на передней панели и имеют соответствующие надписи.

Переключатель НАПРЯЖЕНИЕ служит для регулировки рабочих режимов аппарата в условиях колебания напряжения в сети. Контроль напряжения сети осуществляется при нажатии кнопки КОНТРОЛЬ.

Для изменения мощности, отдаваемой генератором, служит переключатель МОЩНОСТЬ, имеющий четыре положения: 0, 20, 40, 70 Вт.

Ёмкость переменного конденсатора терапевтического контура изменяется ручкой НАСТРОЙКА, расположенной на передней панели аппарата. Контроль настройки терапевтического контура осуществляется с помощью стрелочного измерительного прибора. На правой боковой стенке аппарата укреплены два кронштейна для установки электродержателей, имеющих шарнирные соединения, обеспечивающие установку электродов в различные положения. Распределение напряженности электрического поля между электродами пациента зависит от размеров электродов, расстояния между ними и от взаимного расположения. Это распределение можно исследовать с помощью дипольной антенны (ДА), представляющей собой два проводника, между которыми включён полупроводниковый диод. Дипольная антенна соединена с миллиамперметром.

Сила тока, возникающего в контуре дипольной антенны, пропорциональна напряженности электрического поля УВЧ. Дипольная антенна располагается в конце деревянной рейки, которая может двигаться по направляющим в вертикальном и горизонтальном направлениях. На направляющих через каждый сантиметр нанесены деления. Это позволяет определить положение дипольной антенны относительно электродов пациента.

Для изучения теплового воздействия электрического поля УВЧ на электролиты и диэлектрики между электродами устанавливаются кюветы из оргстекла с исследуемыми жидкостями. Количество жидкостей в кюветах подбирается так, чтобы их теплоемкости были одинаковы. Изменение температуры фиксируется термометрами, укрепленными в крышах кювет.

При работе с аппаратом для УВЧ-терапии запрещается:

- 1) приступать к работе, не ознакомившись с инструкцией по его эксплуатации;
- 2) подключать или отключать заземление и заменять предохранители при включенном аппарате;
- 3) подносить к проводам и электродам аппарата металлические предметы во избежание ожогов токами высокой частоты;
- 4) заменять электроды и провода при включенном аппарате.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1. Исследование пространственного распространения электрического поля УВЧ:

а) установите электроды на расстоянии, заданном преподавателем, и расположите в центре между ними дипольную антенну. При этом миллиамперметр, подключённый к антенне, должен находиться как можно дальше от электродов аппарата;

б) включите аппарат УВЧ, для чего переключатель НАПРЯЖЕНИЕ поставьте в положение 1. При этом должна загорается сигнальная лампочка; нажмите кнопку КОНТРОЛЬ и, вращая переключатель НАПРЯЖЕНИЕ, установите стрелку индикатора аппарата на середину красного сектора; установите переключатель МОЩНОСТЬ на заданное значение; ручкой НАСТРОЙКА добейтесь максимального отклонения стрелки индикатора;

Таблица 1

| Горизонтальная плоскость |       |      |       | Вертикальная плоскость |       |      |       |
|--------------------------|-------|------|-------|------------------------|-------|------|-------|
| l см                     | I, мА | l см | I, мА | l см                   | I, мА | l см | I, мА |
|                          |       |      |       |                        |       |      |       |

в) перемещая дипольную антенну в горизонтальной плоскости влево и вправо от центра на расстоянии  $L_x$ , через каждый сантиметр измерьте силу тока  $I$ ;

г) перемещая дипольную антенну в вертикальной плоскости вверх и вниз от центра на расстояние  $L_y$ , через каждый сантиметр измерьте силу тока  $I$ ;

д) результаты измерений занесите в табл. 1;

е) постройте графики зависимости  $I=f(l_x)$  и  $I=f(l_y)$ .

2. Получение резонансных кривых терапевтического контура:

а) установите электроды пациента на расстоянии 10 см. и поместите дипольную антенну в центре между ними. Выведите ручку настройки в крайнее левое положение;

б) вращая ручку НАСТРОЙКА, снимите показания миллиамперметра  $I$  при изменении положения ручки через каждое деление  $n$  шкалы настройки;

в) проведите аналогичные измерения при расстоянии между электродами, равном 20 см;

г) данные измерений занесите в табл. 2;

д) постройте графики зависимости  $I=f(n)$  при двух расстояниях между электродами.

3. Исследование теплового воздействия поля УВЧ на электролиты и диэлектрики:

а) поместите кюветы с раствором поваренной соли (электролит) и касторовым маслом (диэлектрик) между электродами аппарата;

б) измерьте температуры  $t_1$ , и  $t_2$  жидкостей в кюветах;

в) включите аппарат и настройте терапевтический контур в резонанс (см. п. б задания 1);

г) снимите показания термометров через каждые 3 мин на протяжении 15 мин;

д) результаты измерений занесите в таблицу 3;

Таблица 3

| n | I, мА |  | t, мин | t <sub>1</sub> , °С | t <sub>2</sub> , °С |
|---|-------|--|--------|---------------------|---------------------|
|   |       |  |        |                     |                     |

е) постройте график зависимости температуры исследуемых жидкостей от времени  $t$  воздействия на них электрического поля УВЧ  $T=f(t)$ .

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ:

1. Что представляет собой аппарат УВЧ-терапии ?
2. Объясните принцип работы простейшего лампового генератора на триоде с индуктивной обратной связью.
3. Объясните принцип работы двукратного лампового генератора, применяемого в аппарате для УВЧ-терапии.
4. Как электрическое поле УВЧ воздействует на электролиты и диэлектрики
5. От чего зависит распределение электрического поля УВЧ между электродами пациента
6. Каково назначение терапевтического контура?
7. Каково назначение конденсатора переменной ёмкости в терапевтическом контуре?

### Литература:

1. А.М.Ремизов., А.Г.Максина., А.Я.Патапенко. « Медицинская и биологическая физика» М. 2003 г. стр.291-294
2. М.Б.Блохина., И.А.Эссаулова., Г.В.Мансурова. Руководство к лабораторным работам по медицинской и биологической физике М. 2001 г стр.195-202

## Практическое занятие №10

### РАБОТА С АППАРАТОМ ДЛЯ МЕСТНОЙ ДАРСОНВАЛИЗАЦИИ.

**Цель работы:** ознакомиться с работой аппарата для местной дарсонвализации.

**Студент должен уметь:**

- 1) пользоваться аппаратом "Искра-1".

**Студент должен знать:**

- 1) устройство аппарата "Искра-1".
- 2) принципы метода воздействием высокочастотным током.

### ЗНАЧИМОСТЬ ИЗУЧАЕМОЙ ТЕМЫ

Дарсонвализация была первым методом высокочастотной тера - пии, предложенным ещё в конце прошлого столетия французским врачом и физиком Д "Арсонвалем.

Д» Арсонваль предложил использовать с лечебной целью воздействие на организм электромагнитными колебаниями, которые получались с помощью генераторов и имели частоту в пределах 200-500 кГц.

Д "Арсонвалем" было предложено как общее, так и местное воздействия, различающиеся по технике проведения.

В настоящее время дарсонвализация рассматривается как метод воздействия высокочастотными колебаниями в импульсном режиме, а общее и местное воздействие, как два самостоятельных метода с раз личными механизмом физиологического действия на организм.

При местной дарсонвализации применяется аппарат "Искра-1". Функциональная схема приведена на рис.1.

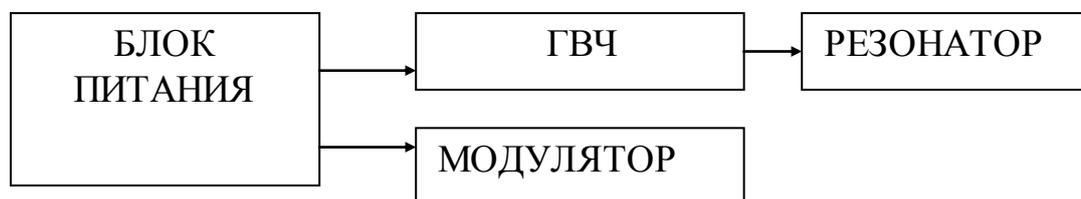


Рис.1

Аппарат представляет собой генератор высокочастотных колебаний, имеющих колокообразную форму огибающей. Импульсы следуют с частотой сети. Аппарат состоит из генератора высокой частоты (ГВЧ), модулятора, блока питания и резонанса. Модулятор предназначен для формирования из синусоидального напряжения сети кратковременных импульсов определенной формы и длительности для запуска ГВЧ. В зависимости от длительности импульса, подаваемого на экранную сетку генераторной лампы, на ней изменяются напряжение и, следовательно, сила

тока, проходящего через лампу. Этим достигается регулировка развиваемой мощности колебаний. В аппарате огибающая близка по форме к колоколообразной кривой, окончательный вид формы колебаний формируется в резонаторе. Электрод, с помощью которого отпускается процедура, представляет собой стеклянный сосуд с разреженным газом. Электрод вставляется в резонатор. Электрод плавными движениями перемещают по соответствующему участку кожи. Дозировка осуществляется регулировкой мощности и длительной процедуры.

Если электрод отдалять от поверхности тела, то увеличивая, таким образом, долю напряжения, приходящегося на воздушную прослойку, можно несколько повысить интенсивность разряда и получить более заметное искрение под электродом.

При местной дарсонвализации ощущается легкое раздражение кожи и весьма незначительное поверхностное тепло. При увеличении длины искр возникает более сильное раздражение, но, как правило, без заметных явлений прижигания. Для прижигающего действия может применяться специальный электрод с металлическим остриём на конце.

Настоящее время при местной дарсонвализации применяется переменный ток с частотой 50 Гц, напряжения 25-30 кВ и длительность импульсов примерно 100 мс.

Так, дарсонвализация области сердца способствует расширению коронарных сосудов, улучшению питания миокарда, нормализации сердечного ритма при тахикардии, понижению или нормализации повышенного артериального давления, уменьшению числа и длительности болевых приступов.

Местная дарсонвализация оказывает бактерицидное влияние, стимулирует образование костной мозоли. Тепловое действие местной дарсонвализации проявляется в очень небольшой степени, так как имеет часто переменный характер и не вызывает значительных сдвигов в концентрации ионов на полупроницаемых тканевых мембранах, то его раздражающее действие на мышцы не выявляется.

Таким образом, действующим фактором при местной дарсонвализации является высокочастотный электрический разряд, возникающий между электродом и поверхностью тела больного и изменяющийся по интенсивности от "тихого", почти не вызывающего особых ощущений, до слабого искрового, оказывающего уже раздражающее, а в отдельных случаях и легкое прижигающее, а в отдельных случаях и лёгкое прижигающее действие.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ.

**ЗАДАНИЕ 1.** Подготовьте аппарат к работе.

1. Ознакомьтесь с назначением, техническими характеристиками, устройством, принципом работы аппарата "Искра-1". Особое внимание обратите на меры безопасности.

2. Проверьте заземление аппарата.

3. Установите ручки "Сеть" и "Мощность" в крайнее левое положение.

Подключите резонатор. Вставьте электрод. Установите ручку "Сеть" в положение "1", при этом должна загореться лампочка, и стрелка вольтметра отклониться вправо. Поворотом ручки "Сеть" добейтесь того, чтобы стрелка вольтметра установилась в середине окрашенного сектора.

**Внимание!** Эксплуатация аппарата при положении стрелки вне окрашенного сектора запрещается.

3. После трёхминутного прогрева аппарат готов к работе.

**ЗАДАНИЕ 2.** Ознакомьтесь с работой аппарата.

1. Подготовьте аппарат к работе (см. задание 1).

2. Вставьте электрод в резонатор. Не прилагайте больших усилий, чтобы не поломать цоколь!

**Помните:** нельзя вставлять и извлекать электрод из резонатора без предварительной установки ручки "Мощность" в крайнее левое положение.

3. Подготовьте кожу к процедуре. Влажная кожа высушивается и припудривается тальком. После соприкосновения электрода с телом ручку "Мощность" установите в положение, соответствующее требуемой интенсивности. Возникновение слабого свечения по длине электрода и характерное потрескивание свидетельствуют об исправной работе аппарата. Электрод следует водить медленно и плавно на за данным участке кожи, не отрывая его от поверхности.

4. Перед окончанием процедуры ручку "Мощность" верните в крайнее левое положение и только после этого снимите электрод с кожи.

5. Поставьте все ручки в крайнее левое положение и выключите аппарат из сети.

В протоколе необходимо отразить назначение, технические характеристики, функциональную схему аппарата, порядок работы с ним, меры безопасности и механизм лечебного воздействия.

## **ЛИТЕРАТУРА.**

1. А.М. Ремизов., А.Г. Максина., А.Я. Патапенко. «Медицинская и биологическая физика» М. 2003 г. стр. 286-290

2. Н.М. Ливенцев, А.Р. Ливенсон. "Электромедицинская аппаратура" 1981 г. стр. 155-157.

3. Б.Т. Агапов, Г.В. Максютин, П.И. Островерхов. "Лабораторный практикум по физике" 1988 г. стр. 294-296; 303-304.

4. К.Ю. Юлдашев, Ю.А. Куликов. "Физиотерапия" 1994г. стр. 55-59.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.**

1. Объясните устройство высокочастотного аппарата "Искра-1".

2. Объясните механизм воздействия на организм высокочастотного тока при местной дарсонвализации.

3. Укажите разницу между методами местной дарсонвализации и диатермии.

4. Какие электроды применяются при местной дарсонвализации.

5. Какова разница между местной и общей дарсонвализации.

6. Объясните методы диатермокоагуляции и диотермотомии.

7. Ещё какие методы физиотерапии вам известны, основанные на применении высокочастотных электромагнитных колебаний.

8. Из каких блоков состоит аппарат "Искра-1".

9. Укажите меры безопасности.

# Содержание

|    |   |                 |
|----|---|-----------------|
| 1  | Правила техники безопасности при работе с электронно-медицинской аппаратурой.....   | 3 – 7<br>стр.   |
| 2  | Основные принципы устройства и использования медицинского оборудования предназначенного для проведения медицинских процедур. устройства фонендоскопа и сфигмоманометра. Измерение давление крови..... | 7 – 10<br>стр.  |
| 3  | Изучение работы электрокардиографа.....   | 10 – 16<br>стр. |
| 4  | Определение концентрации сахара в растворе с помощью поляриметра.....   | 17 – 22<br>стр. |
| 5  | Изучение физических основ метода аудиометрии и оценка остроты слуха.....  | 22 – 28<br>стр. |
| 6  | Определение длины волны газового лазера при помощи дифракционной решетки и определение размеров эритроцитов.....  | 28 – 34<br>стр. |
| 7  | Определение концентрации растворов с помощью концентрационного колориметра кфк - 2мп.....   | 34 – 37<br>стр. |
| 8  | Определение параметров лёгких человека с помощью спирографа.....  | 37 – 43<br>стр. |
| 9  | Изучение аппарата для УВЧ терапии.....  | 43 – 49<br>стр. |
| 10 | Работа с аппаратом для местной дарсонвализации.....   | 49 – 52<br>стр. |