

Министерство образования и науки Украины

Национальный технический университет  
«Харьковский политехнический институт»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ**

**«ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ПРИБОРОВ  
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВАКА»**

# **1 МЕТОДЫ НЕИНВАЗИВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ПУЛЬСА**

В клинической практике врача наибольшее распространение получили неинвазивные методы измерения артериального давления (АД), которые классифицируются в зависимости от принципа, положенного в основу определения АД. Различают методы, основанные на пальпации, аускультации артерии и осциллографическом методе регистрации.

## **1.1 Методы, основанные на пальпации артерий**

Эти методы предполагают постепенную компрессию или декомпрессию конечности или ткани в области артерии и пальпацию артерии дистальнее места окклюзии. Один из первых аппаратов (S. Basch, 1876) состоял из заполненного водой небольшого резинового баллона, соединенного трубкой с манометром. Баллон располагался над артерией конечности, и на него производилось дозированное нажатие ладонью. Одновременно пальпировалась артерия дистальнее места наложения баллона. Давление, при котором исчезала пульсация артерии, принималось за систолическое. Охватывающая компрессионная манжета и удобный вариант вертикального ртутного манометра для пальпаторного метода были предложены итальянцем S. Riva\_Rocci (1896).

Манжета Рива-Роччи была шириной всего в 4–5 см и вследствие этого приводила к завышению АД до 30 мм рт. ст. Через 5 лет эта неудачная манжета была заменена манжетой F. Recklinghausen шириной в 12 см, и в таком виде прибор выдержал испытание временем вплоть до наших дней. Давление в манжете поднималось до полного прекращения пульса, а затем постепенно снижалось. Систолическое АД (САД) определялось по давлению в манжете, при котором появлялся пульс, а оценка диастолического АД (ДАД) проводилась по моментам, когда наполнение пульса начинало заметно снижаться либо когда возникало ощущение кажущегося ускорения пульса (*pulsus celer*).

## **1.2 Методы, основанные на аускультации артерий**

8 ноября 1905 г. на заседании общества “Научные совещания Клинического военного госпиталя” было заслушано сообщение хирурга Николая Сергеевича Короткова “К вопросу о методах исследования кровяного давления”. Приведем выдержки из реферата этого доклада.

“Рукав Рива-Роччи накладывается на среднюю треть плеча; давление в рукаве быстро повышается до полного прекращения кровообращения ниже рукава. Затем, предоставив ртути манометра падать, детским стетоскопом исследователь выслушивает артерию тотчас ниже рукава. Сперва не слышно никаких звуков. При падении ртути манометра до известной высоты появляются первые короткие тоны, появление которых указывает на прохождение

части пульсовой волны под рукавом. Следовательно, цифры манометра, при которых появился первый тон, соответствуют максимальному давлению.

При дальнейшем падении ртути в манометре слышатся систолические компрессионные шумы, которые переходят снова в тоны (вторые). Наконец, все звуки исчезают. Время исчезновения звуков указывает на свободную проходимость пульсовой волны; другими словами, в момент исчезновения звуков минимальное кровяное давление превысило давление в рукаве. Следовательно, цифры манометра в это время соответствуют минимальному кровяному давлению. Опыты на животных дали положительные результаты. Первые звуки тоны появляются (на 10–12 мм рт. ст.) раньше, нежели пульс, для ощущения которого на лучевой артерии требуется прорыв большей части пульсовой волны”.

Именно с этого сообщения ведет начало аускультативный метод неинвазивного измерения АД, который продолжает оставаться наиболее распространенным и надежным методом измерения АД в клинической практике. Метод не претерпел серьезных изменений за 95 лет практического использования. Изменилась классификация тонов, получивших название тонов Короткова. Первая фаза тонов – их появление, вторая – ослабление (вплоть до исчезновения, что наблюдается при так называемом аускультативном провале) с замещением их компрессионными шумами, третья – усиление тонов, четвертая – резкое ослабление, пятая – полное прекращение (иногда отсутствует при явлении “бесконечного тона”).

Типичный прибор для измерения АД по методу Н.С. Короткова (сфигмоманометр, или тонометр) состоит из окклюзионной пневмоманжеты, груши для нагнетания воздуха с регулируемым клапаном стравливания, а также устройства, измеряющего давление в манжете. В качестве последнего используются либо ртутные манометры, производство которых в большинстве стран мира прекращается для предотвращения ртутных отравлений и по соображениям экологической безопасности (в России они не производятся уже несколько лет), либо стрелочные манометры anerоидного типа, либо электронные манометры. В ходе измерения необходимо располагать шкалу стрелочного и ртутного манометров на уровне глаз, чтобы снизить вероятность ошибки в отсчете показаний.

Значения давления округляются до ближайшего четного числа. Категорически запрещена практика округлений до “5” и “0” (т.е. постоянных записей, например “145/95” или “160/100”). Все приборы как средства измерения требуют бережного отношения и регулярной поверки (проверки точности и регулировки), причем последнюю должны выполнять специализированные метрологические организации. Интервал между поверками указан в сопроводительных документах к прибору, однако в любом случае он не должен превышать одного года. При возникновении сомнений в правильности работы стрелочного манометра в промежутках между регулярными поверками необходимо обратиться в ремонтную службу, но также полезно сопоставить его показания с другим прибором, прошедшим регулярную поверку.

Манжета накладывается на плечо. Не рекомендуется наложение на ткань одежды и категорически запрещается закатывание рукавов с образованием сдавливающих валиков из ткани. Необходимо избегать как слишком свободного, так и избыточно плотного наложения манжеты. Между ней и поверхностью плеча должны проходить 2 пальца (для детей – 1 палец). Нижний край манжеты должен отстоять от локтевого сгиба на 2 пальца.

Размеры манжеты (наиболее важны такие ее показатели, как ширина и длина внутренней эластичной камеры) должны соответствовать периметру (охвату) плеча – длина не менее 80%, а ширина около 40% охвата плеча. Камера стандартной средней плечевой манжеты для взрослого человека имеет размеры примерно 13 . 24 см и приемлема только для охватов от 22 до 33 см. У большей части взрослого населения охваты значительно превышают 32 см и применение стандартных манжет приводит к существенному завышению значений АД. В то же время применение подобных манжет при охватах менее 22 см сопровождается занижением величин АД. Специальные манжеты необходимы для детей и измерений АД на ногах. Полный ряд окклюзионных манжет состоит из 5–7 типов. Например, манжеты, изготовленные по ТУ 9441-0022938161498 имеют характеристики, приведенные в таблице. Давление в манжете быстро нагнетается до величины, превышающей САД на 30 мм рт. ст. Для оценки САД в ходе компрессии пальпируют лучевую артерию. Необходимо учитывать, что избыточно высокое давление в манжете может вызвать дополнительные болевые ощущения и повышение АД.

Скорость декомпрессии – 2–3 мм рт. ст. за секунду или за время между последовательными сокращениями сердца (при давлении более 200 мм рт. ст. допустимо увеличение скорости декомпрессии до 4–5 мм рт. ст.).

Аускультация проводится либо стетоскопом (предпочтительно) либо мембранным фонендоскопом (в том числе и адаптированным для целей измерения АД и входящим в состав тонометров). При этом чувствительная головка располагается у нижнего края манжеты над проекцией плечевой артерии (позиция определяется предварительно пальпаторно и корригируется для обеспечения максимальной интенсивности тонов). Головка должна фиксироваться средствами, не создающими значительное давление на кожу. Фиксация с существенным надавливанием, как и расположение головки под манжетой, приводит, как правило, к искажению в первую очередь ДАД.

При декомпрессии определяют САД в момент появления тонов Короткова (первая фаза тонов). При затруднениях в определении САД, например при аускультативном провале (резком ослаблении и исчезновении тонов после прослушивания первых двух-трех более отчетливых тонов), или низкой интенсивности тонов параллельно пальпаторно фиксируют момент начала прохождения крови под манжетой.

В сложных случаях возможно применение ультразвуковых доплеровских приборов для этих же целей. Выраженный аускультативный провал может служить причиной серьезной недооценки САД, если исследователь ориентируется только на регулярные тоны.

ДАД в подавляющем большинстве случаев определяют по моменту исчезновения тонов Короткова (пятая фаза). Для контроля полного исчезновения тонов необходимо продолжить аускультацию при снижении давления в манжете на 10–20 мм рт. ст. относительно последнего звука.

Определение ДАД по четвертой фазе тонов (моменту их резкого ослабления) рекомендуется при проведении измерений АД у детей до 12 лет, беременных женщин, а также у пациентов с высоким минутным объемом сердца, обусловленным физической нагрузкой, заболеванием или физиологическими особенностями. Переход к четвертой фазе необходим и при отсутствии четко выраженной пятой фазы – явлении “бесконечного тона”.

Измерение АД при нарушениях ритма сердца представляет более серьезную проблему. Необходимо пальпировать лучевую артерию для оценки неравномерности сокращений сердца в ходе измерения. При редкой экстрасистолии желательно повторить измерение и ориентироваться на значения АД, полученные при регулярном ритме. При частой экстрасистолии и мерцательной аритмии необходимо ориентироваться на средние значения АД по результатам 4–6 последовательных измерений.

АД нужно определять в положении сидя, лежа и стоя, однако во всех случаях необходимо обеспечить положение руки, при котором середина манжеты находится на уровне сердца. Это позволяет избежать влияния гидростатического столба на измеренное значение АД. Каждые 5 см смещения середины манжеты относительно уровня сердца приводят к завышению (если рука опущена) или занижению (если рука поднята) САД и ДАД на 4 мм рт. ст. Положение сидя наиболее приемлемо при измерении АД в амбулаторных условиях и в кабинетах контроля АД.

Измерение АД производят в спокойном состоянии пациента. За 30 мин до измерения необходимо исключить курение и прием напитков, содержащих кофеин. Пациент располагается на удобном стуле или в кресле, рука расслаблена и опирается на поверхность стола или другой опоры. Для снижения эмоционального прессорного фактора желательно проводить измерения в спокойной обстановке, после адаптации пациента к условиям кабинета, причем время пребывания в положении сидя должно быть не менее 5 мин. Необходимо учитывать, что глубокое дыхание приводит к повышенной лабильности АД, о чем нужно информировать пациента, как и о том, что разговоры во время измерения, напряжение или скрещивание ног сопровождаются существенным повышением АД.

Во время первого визита пациента необходимо произвести измерение АД на обеих руках (последовательно).

При выявлении устойчивой асимметрии (более 10 мм рт. ст. для САД и 5 мм рт. ст. для ДАД) измерение повторяется при наложении двух манжет и одновременном определении АД на обеих руках. В случае подтверждения значимой асимметрии все последующие измерения АД проводят на руке с более высокими цифрами АД. При отсутствии асимметрии измерения проводят на недоминантной руке, т.е. у “правши” на левой руке, а у “левши” – на

правой (если отсутствуют противопоказания).

Необходимо учитывать, что при существенных проксимальных стенозах артерий тоны Короткова в местах стандартной аускультации могут резко ослабевать и даже отсутствовать. С другой стороны, у пациентов старшей возрастной группы (а также у пациентов с сахарным диабетом) достаточно часто наблюдается повышенная ригидность артерий. В зависимости от выраженности данного эффекта может наблюдаться большее или меньшее завышение АД, приводящее к псевдогипертензии. Для выявления этой категории лиц рекомендуется проведение специальной пробы с пальпаторным определением ригидности лучевой артерии, привлечение ультразвуковых методов исследования плечевой артерии, а в некоторых случаях и инвазивное измерение АД.

С учетом изменчивости АД измерения должны проводиться несколько раз до тех пор, пока два последовательных измерения не будут отличаться менее чем на 5 мм рт. ст. (обычно это условие выполняется при 2–4 измерениях). Средние значения по результатам двух последних близких измерений характеризуют АД пациента. Дополнительные измерения АД в вертикальном положении необходимы для выявления ортостатической гипотензии. Они рекомендованы как обязательный элемент обследования больных с сахарным диабетом, пациентов старшей возрастной группы и пациентов, принимающих вазодилататоры.

Исследования последних лет показали, что при соблюдении приведенных выше правил измерений резко возрастает надежность значений АД и, соответственно, их взаимосвязь с изменениями органов-мишеней и прогнозом заболевания. Согласно рекомендациям ВОЗ 1999 г., измерение АД по методу Н.С. Короткова, выполненное обученным специалистом, является “золотым стандартом” и может только дополняться измерениями с помощью автоматических приборов.

Автоматические приборы с аускультативным методом воспроизводят алгоритм измерения Н.С. Короткова и в некоторых случаях применяют дополнительные меры для повышения его надежности. В настоящее время они используются для нагрузочных тестов и целей суточного мониторинга АД свободно передвигающегося человека.

### **1.3 Осциллометрические методы**

Оригинальная осциллометрическая методика Е. Marey (1876) предполагала помещение конечности человека в водный плетизмограф, позволяющий создавать вокруг нее регулируемое давление сдавливания и одновременно регистрировать небольшие пульсации объема конечности, связанные с пульсовым кровенаполнением артерий. Проанализировав характер зависимости амплитуды этих пульсаций от давления сдавливания, автор предложил следующие критерии для оценки АД. Сдавливающее давление (при декомпрессии), при котором пульсации начинают резко расти, соответствует САД,

пульсации максимальны – среднему АД, начинают резко снижаться – ДАД.

Метод обладал двумя недостатками – требовал специального оборудования в виде плетизмографа и вызывал трудности при интерпретации данных, так как характерные точки для САД и ДАД четко выделялись отнюдь не на всех записях. Решение первой проблемы было достигнуто за счет упрощения плетизмографического метода и, в конечном счете, перехода от плетизмографа к обычной окклюзионной манжете. Она смогла соединить в себе и устройство создания внешней компрессии, и не очень точный, но приемлемый для задачи измерения АД датчик пульсаций артерий. Действительно, пульсовые изменения объема артерий, находящихся под манжетой, трансформируются в небольшие осцилляции давления в окклюзионной манжете, хорошо заметные даже по небольшим колебаниям стрелки anerоидного манометра или уровня ртути в тонометрах. Упрощенный алгоритм определения АД исходя из данных о давлении в манжете и амплитуде микропульсаций давления в той же манжете приведен на рисунке.

Техническая задача измерения амплитуды этих малых колебаний была решена в 30–40-е годы. Однако задача строго формализованной, объективной и точной интерпретации результатов измерения характеристик малых пульсаций давления в манжете не находила решения до 70-х годов. Ее решению способствовал технический прогресс (в первую очередь в области цифровой микроэлектроники), позволивший использовать для этих целей достаточно сложные цифровые методы обработки сигналов.

В 1976 г. фирма Criticon создала и выпустила на рынок первый прикроватный автоматический измеритель АД (Dinamar 825), успешно реализующий модифицированный осциллометрический метод E. Marey. При измерении АД по этому методу давление в окклюзионной манжете снижается ступенчато – по 6–8 мм рт. ст. за шаг – и на каждой ступени давления анализируется амплитуда микропульсаций давления в манжете, возникающих при передаче на нее пульсации артерий. С 80-х годов этот метод нашел применение в прикроватных и носимых суточных мониторах АД, а также в приборах для самостоятельного контроля АД. Идет интенсивное соревнование фирм-производителей в области совершенствования алгоритмов работы аппаратов с целью повышения точности и надежности получаемых результатов. Последние модели приборов для самоконтроля АД также имеют повышенный “уровень интеллекта” (модели “fuzzi logic” – с “размытой логикой”). Это внушает надежду на появление приборов, устойчивых к нарушениям ритма сердца и движениям руки во время измерения. В настоящее время приборы на основе осциллометрического метода составляют около 80% всех автоматических и полуавтоматических измерителей артериального давления. Среди носимых суточных мониторов этот процент снижается до 30%, при этом аускультативные методы представлены в 38% мониторов, а на комбинацию методов приходится 24% приборов.

#### **1.4 Методы оперативного измерения АД (от сокращения к сокращению сердца)**

Циклические методы измерения АД являются наиболее точными, но позволяют определять АД с интервалами не менее 2–3 мин (кратковременно и при невысоких значениях АД интервал может быть сокращен до 1 мин). Ряд методов позволяют повысить оперативность контроля АД и определять все или некоторые показатели АД практически в ходе каждого сокращения сердца.

В 1969 г. J. Renaz получил патент на метод, который в англоязычной литературе обычно именуется как “volumeclump”. Он основан на непрерывной оценке объема артериальных сосудов пальца методом фотоплетизмографии и использовании следящей электропневматической системы для создания в окружающей палец манжете давления, противодействующего растяжению проходящих под манжетой артериальных сосудов. При выполнении последнего условия (постоянстве диаметра пальцевых артерий, несмотря на изменения артериального давления в них) обеспечивается сохранение неизменного близкого к нулю растягивающего давления в артериях, а давление в манжете начинает “повторять” давление крови в артериях пальца. В итоге прибор обеспечивает уникальную возможность длительной регистрации неинвазивными средствами всей кривой артериального давления, что ранее было возможно только инвазивным методом Oxford.

Стационарный прибор, реализующий данный метод, известен под названием Finapres, а относительно недавно созданный носимый вариант – Portapres (I и II). Прибор имеет систему коррекции АД на гидростатическую поправку, возникающую при различном расположении пальцев относительно уровня сердца. К сожалению, метод не лишен принципиальных недостатков. Измеряемая величина ДАД ниже, чем в плечевой артерии, причем поправка зависит от вазоспастического состояния артерий пальца. САД у молодых субъектов, как правило, выше, чем в плечевой артерии, но у пожилых – ниже. Поправка также зависит от тонуса артерий

#### **1.5 Артериальная тонометрия**

Определение АД методом тонометрии впервые описано Pressman и Newgard в 1963 г. и предполагает частичное сдавливание поверхностно залегающих артерий конечности (например, на запястье) и регистрацию с помощью встроенных в окклюзионный браслет тензодатчиков бокового давления, передаваемого на них через стенку сосуда. Предполагает регулярные сравнения с верифицирующим циклическим методом. В настоящее время имеются первые сообщения об успешной апробации серийно выпускаемого прикроватного аппарата Colin Pilot 9200. Интерес к этому методу в связи с суточным мониторингом АД связан прежде всего с уникальной ожидаемой комбинацией преимуществ данного метода: непрерывная запись АД + низ-



кий уровень компрессионных воздействий + относительно низкая цена.

В следующих публикациях мы остановимся более подробно на методе суточного мониторирования АД, возможностях самостоятельного контроля АД пациентами в домашних условиях, должных величинах АД, результатах клинических исследований по оценке точности приборов для измерения, производимых различными фирмами.

## 1.6 Методы измерения пульса

Одним из важнейших показателей сердечно-сосудистой системы человека является *частота пульса*.

**Пульс** – толчкообразные колебания стенок сосудов, возникающие в результате сердечной деятельности и зависящие от выброса крови из сердца в сосудистую систему. Различают артериальный, венозный и капиллярный пульс. Наибольшее практическое значение имеет артериальный пульс, обычно прощупываемый в области лучевой артерии.

У здоровых людей частота пульса соответствует частоте сердечных сокращений и равна 60 – 80 в 1 мин. Учащение сердечных сокращений (более 90 в 1 мин.) называется тахикардией, урежение (менее 60 в 1 мин.) – брадикардией. При некоторых заболеваниях сердца частота пульса может быть реже частоты сердечных сокращений – дефицит пульса. У детей пульс более частый, чем у взрослых, у девочек – несколько более частый, чем у мальчиков. Ночью пульс реже, чем днём.

В норме пульс учащается при физическом напряжении, нервно-эмоциональных реакциях. Тахикардия является приспособительной реакцией аппарата кровообращения на возросшую потребность организма в кислороде и способствует повышенному кровоснабжению органов и тканей. Однако компенсаторная реакция тренированного сердца (например, у спортсменов) выражается не столько в развитии тахикардии, сколько в усилении сердечных сокращений, что предпочтительнее для организма. Многие заболевания сердца, желез внутренней секреции, нервные и психические болезни, повышение температуры тела, некоторые отравления также вызывают тахикардию. Брадикардия возникает при некоторых болезнях сердца, отравлениях, а также под действием ряда медикаментов.

В норме пульс ритмичный, то есть пульсовые волны следуют друг за другом через равные интервалы времени. Расстройства сердечного ритма называют аритмиями, пульсовые волны при этом следуют через неравные промежутки времени. Другая характеристика пульса – его наполнение, зависящее в основном от мощности нагнетательной способности сердца в период его сокращения (систола). Напряжение пульса определяется степенью усилия, необходимого для сдавления артерии и связано с высотой артериального давления. Изучение особенностей пульса даёт врачу ценную информацию о состоянии больного.

Для оценки деятельности сердечно-сосудистой системы используют

два значения частоты пульса (ЧП): текущее (в пределах периода) и среднее (за некоторый временной интервал). Диапазон изменения ЧП составляет от 20 до 240 в мин.

Существует большое разнообразие методов и устройств для измерения ЧП. Все их можно разделить на аналоговые, цифровые и программные, производящие преобразования с помощью ЭВМ или микропроцессорных систем.

Для измерения ЧП используются специальные приборы – ритмокардиографы, ритмокардиовазометры. Измерения ЧП может также производиться как сопутствующее измерению какого-либо основного параметра. Например, в ряде измерителей артериального давления попутно выполняется измерение ЧП, для чего в качестве сигналов используются тоны Короткова. В некоторых электрокардиоскопах, например ЭКС2-01, ЧП определяется в режиме синхронизации изображения R-зубцом по положению второго R-зубца, если первый установлен в начале шкалы. При этом обычно используются скорость развертки 25 мм/с.

Для измерения частоты пульса получили распространение пьезоэлектрические преобразователи, использующие пьезоэлектрический эффект. Этот эффект состоит в возникновении электрических зарядов разных знаков на противоположных поверхностях некоторых кристаллических тел (пьезоэлектриков) при их механических деформациях (растяжении, сжатии, изгибе и т.д.).

Для измерения частоты пульса используются также, оптронные датчики, которые обладают помехоустойчивостью и просты в применении, благодаря чему они получили широкое распространение. Эти датчики работают на просвет или отражение. В качестве источника излучения применяется инфракрасный светодиод, в качестве приемника – фотодиод или фоторезистор. При колебаниях кровенаполнения сосудов изменяется их светопропускающая способность, что приводит к возникновению импульсов в цепи фотоприемника.

Для измерения ЧП могут также использоваться любые другие датчики, частота сигналов которых равна частоте пульса. В качестве таких датчиков могут использоваться электроды электрокардиографов и электрокардиоскопов, сфигмографические датчики и датчики тонов Короткова .

## 2. ОПИСАНИЕ И РАБОТА УСТРОЙСТВА «МИТЕРА»

### 2.1. Назначение устройства «Митера»

Устройство «Митера» предназначено для проведения мониторинга изменений ритмических процессов организма пациента во время проведения физиотерапевтических процедур в научно-исследовательских, лечебных и лечебно-профилактических учреждениях, в санаториях и амбулаториях.

Для измерений частоты пульса в устройстве предусмотрено два пальцевых оптронных датчика периферического пульса (для фиксации на пальцах правой и левой рук). Для измерения частоты дыхания предусмотрен датчик дыхания, фиксирующий разницу температур вдыхаемого и выдыхаемого воздуха, которая в нормальных условиях достигает 4-5 °С.

Микроконтроллер обеспечивает работу устройства в двух режимах:

- режим «ЗАВДАННЯ» – задание граничных значений допустимых диапазонов для измеряемых физиологических показателей (для каждого пациента индивидуально);
- режим «ВИМІРЮВАННЯ» – измерение физиологических показателей.

На цифровые светодиодные индикаторы устройства в зависимости от режима его работы выводятся граничные значения допустимых диапазонов измеряемых физиологических показателей (в режиме «ЗАВДАННЯ») или частота пульса (с датчика на пальце правой или на пальце левой руки) и частота дыхания (в режиме «ВИМІРЮВАННЯ»).

В устройстве «Митера» микроконтроллер реализует новую концепцию микропроцессорного импульсного управления, разработанную группой ученых и специалистов г. Харькова под руководством проф. А.В. Кипенского. В основу новой концепции микропроцессорного импульсного управления положена теория цифро-импульсных и импульсно-цифровых преобразований.

### 2.2. Комплектность устройства «Митера»

В комплект поставки устройства «Митера» входят:

- |  |          |
|--|----------|
| • электронный блок   | – 1 шт.; |
| • система датчиков   | – 1 шт.; |
| • USB кабель для подключения устройства к персональному компьютеру | – 1 шт.; |
| • руководство по эксплуатации                                      | – 1 шт.  |

### 2.3. Технические данные устройства «Митера»

Устройство «Митера» представляет собой электронный блок, выполненный в пластиковом корпусе. Блок содержит элементы управления, отображения информации, индикации и сигнализации, встроенный источник

электропитания, разъемы для подключения системы датчиков и USB кабеля для подключения к персональному компьютеру. Основные технические данные устройства приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Технические данные диагностического устройства «Митера»

Параметр	Ед. изм.	Значение
Диапазон измерения частоты пульса	<i>мин</i> <sup>-1</sup>	30-240
Минимальное начально-установленное значение частоты пульса	<i>мин</i> <sup>-1</sup>	50
Максимальное начально-установленное значение частоты пульса	<i>мин</i> <sup>-1</sup>	100
Погрешность измерения частоты пульса	%	± 5
Диапазон измерения частоты дыхания	<i>мин</i> <sup>-1</sup>	8-100
Минимальное начально-установленное значение частоты дыхания	<i>мин</i> <sup>-1</sup>	10
Максимальное начально-установленное значение частоты дыхания	<i>мин</i> <sup>-1</sup>	20
Погрешность измерения частоты дыхания	%	± 5
Время выхода устройства на режим измерения, не более	<i>с</i>	30
Напряжение питания	<i>В</i>	220 ± 22
Частота переменного напряжения питания	<i>Гц</i>	50
Максимальная мощность, потребляемая из сети переменного напряжения, не более	<i>ВА</i>	2
Габаритные размеры электронного блока, не более	<i>мм</i>	200×180×70
Масса устройства с блоком питания и системой датчиков, не более	<i>г</i>	850

Устройство «Митера» по способу защиты пациента и обслуживающего персонала от поражения электрическим током соответствует классу II, тип ВF.

#### 2.4. Состав устройства «Митера»

Комплектность устройства «Митера» указана в подразделе 2.2, а его функциональная электрическая схема с основными блоками приведена на рис. 2.1. Основными блоками устройства «Митера» являются:

- ДЛП – датчик пульса, фиксируемый на пальце левой руки;
- ДПП – датчик пульса, фиксируемый на пальце правой руки;
- ДД – датчик дыхания;
- УФ 1 – УФ 3 – усилители-формирователи;
- МК – микроконтроллер, реализующий функции следующих блоков:
  - ИЦП 1 с ЧИП – ИЦП 3 с ЧИП – импульсно-цифровые преобразователи с частотно-импульсным законом преобразования;
  - ГТИ – генератор тактовых импульсов;

- ИВБ – информационно-вычислительный блок;
- БСИ – блок световой индикации, содержащий:
  - точечный светодиодный индикатор желтого цвета, индицирующий работу датчика пульса, зафиксированного на пальце левой руки;
  - точечный светодиодный индикатор красного цвета, индицирующий работу датчика пульса, зафиксированного на пальце правой руки;
  - точечный светодиодный индикатор синего цвета, индицирующий работу датчика дыхания;
  - точечный светодиодный индикатор зеленого цвета, индицирующий возможность задания минимальных значений допустимых диапазонов для частоты пульса и частоты дыхания;
  - точечный светодиодный индикатор зеленого цвета, индицирующий возможность задания максимальных значений допустимых диапазонов для частоты пульса и частоты дыхания;
  - точечный светодиодный индикатор зеленого цвета, индицирующий отображение на индикаторе «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ,  $\text{хв}^{-1}$ » частоты пульса, измеряемой с помощью датчика пульса, зафиксированного на пальце левой руки;
  - точечный светодиодный индикатор зеленого цвета, индицирующий отображение на индикаторе «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ,  $\text{хв}^{-1}$ » частоты пульса, измеряемой с помощью датчика пульса, зафиксированного на пальце правой руки;
- БОИ – блок отображения информации, содержащий:
  - цифровой светодиодный индикатор «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ,  $\text{хв}^{-1}$ »;
  - цифровой светодиодный индикатор «ЧАСТОТА ДИХАННЯ,  $\text{хв}^{-1}$ »;
- БЗС – блок звуковой сигнализации;
- БС – блок связи с персональным компьютером;
- ПУ – пульт управления, содержащий:
  - кнопки для задания гранично-допустимых значений для частоты пульса;
  - кнопки для задания гранично-допустимых значений для частоты дыхания;
  - кнопку для выбора режима работы устройства «ЗАВДАННЯ» или «ВИМІРЮВАННЯ».

Устройство «Митера» может быть подключено к персональному компьютеру для наблюдения на экране монитора в виде графиков процессов изменения следующих показателей:

- частота пульса правой руки в  $\text{мин}^{-1}$ ;
- частота пульса левой руки в  $\text{мин}^{-1}$ ;
- процессы вдоха и выдоха;
- соотношение частоты дыхания и частоты пульса.

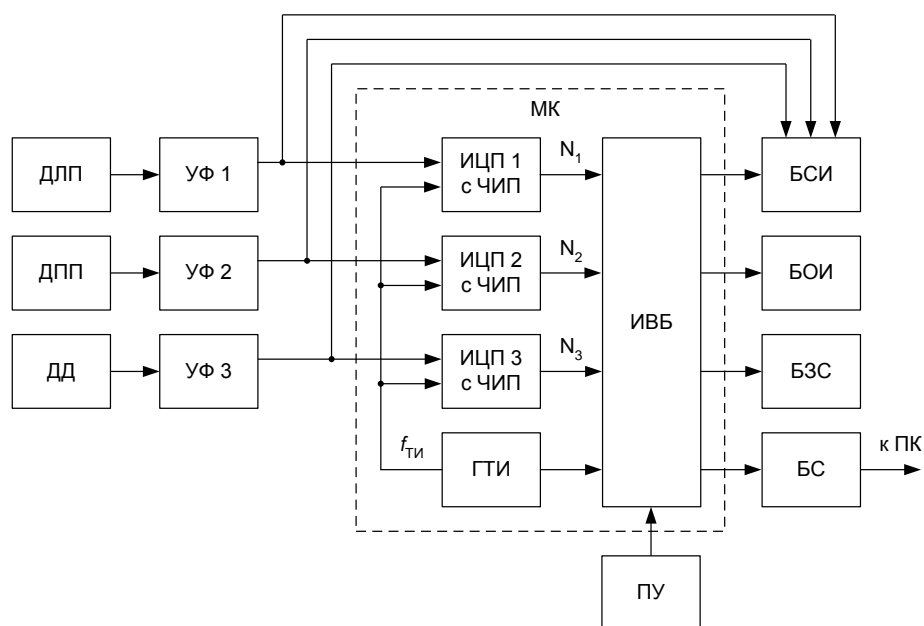


Рис. 2.1 Функциональная электрическая схема диагностического устройства «Митера»

## 2.5. Конструкция и работа устройства «Митера»

2.5.1. Все электронные компоненты устройства смонтированы на печатных платах. Платы размещены в пластмассовом корпусе, представляющим собой основание и крышку с отверстиями для вентиляции, переднюю и заднюю панели. К основанию корпуса крепятся четыре ножки.

2.5.2. На лицевой (передней) панели устройства (рис. 2.2) размещены органы управления, элементы индикации и отображения информации:

1 – точечный светодиодный индикатор зеленого цвета, индицирующий включенное состояние устройства;

2 – точечный светодиодный индикатор «ЛП» (левый пульс) желтого цвета, индицирующий работу датчика пульса, зафиксированного на пальце левой руки;

3 – точечный светодиодный индикатор «ПП» (правый пульс) красного цвета, индицирующий работу датчика пульса, зафиксированного на пальце правой руки;

4 – цифровой светодиодный индикатор «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ,  $хв^{-1}$ »;

5 – кнопки «▼» и «▲» уменьшение и увеличение, предназначенные для задания гранично-допустимых значений для частоты пульса  $f_{ПУЛmin}$  или  $f_{ПУЛmax}$  (см. выражение (1));

6 – точечный светодиодный индикатор синего цвета, индицирующий работу датчика дыхания;

7 – цифровой светодиодный индикатор «ЧАСТОТА ДИХАНИЯ,  $хв^{-1}$ »;

8 – кнопки «▼» и «▲» уменьшение и увеличение, предназначенные для задания гранично-допустимых значений для частоты дыхания  $f_{\text{ДЫХmin}}$  или  $f_{\text{ДЫХmax}}$  (см. выражение (2));

9 – точечный светодиодный индикатор «мін» зеленого цвета, индицирующий возможность задания (с помощью соответствующих кнопок «▼» и «▲») минимальных значений допустимых диапазонов для частоты пульса  $f_{\text{ПУЛmin}}$  и частоты дыхания  $f_{\text{ДЫХmin}}$ ;

10 – точечный светодиодный индикатор «макс» зеленого цвета, индицирующий возможность задания (с помощью соответствующих кнопок «▼» и «▲») максимальных значений допустимых диапазонов для частоты пульса  $f_{\text{ПУЛmax}}$  и частоты дыхания  $f_{\text{ДЫХmax}}$ ;

11 – точечный светодиодный индикатор «ЛП» (левый пульс) зеленого цвета, индицирующий отображение на индикаторе «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ, хв<sup>-1</sup>» частоты пульса, измеряемой с помощью датчика пульса, зафиксированного на пальце левой руки;

12 – точечный светодиодный индикатор «ПП» (правый пульс) зеленого цвета, индицирующий отображение на индикаторе «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ, хв<sup>-1</sup>» частоты пульса, измеряемой с помощью датчика пульса, зафиксированного на пальце правой руки;

13 – кнопка «◆», предназначенная для выбора режима работы устройства «ЗАВДАННЯ» или «ВИМІРЮВАННЯ». В режиме «ЗАВДАННЯ» с помощью этой кнопки осуществляется выбор задания минимальных (индикатор «мін») или максимальных (индикатор «макс») значений допустимых диапазонов для физиологических показателей, устанавливаемых с помощью соответствующих кнопок «▼» и «▲». В режиме «ВИМІРЮВАННЯ» с помощью кнопки «◆» осуществляется вывод на индикатор «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ, хв<sup>-1</sup>» значения частоты пульса, измеряемой с помощью датчика, зафиксированного на пальце левой руки (индикатор «ЛП») или на пальце правой руки (индикатор «ПП»).



Рис. 2.2 Лицевая панель диагностического устройства «МИТЕРА»

2.5.3. На задней панели устройства размещены сетевой выключатель, держатель плавкого предохранителя (0,1 А), разъемы для подключения системы датчиков пульса и дыхания к устройству и устройства – к персональному компьютеру. Через отверстие в задней панели выведен сетевой шнур со стандартной двухполюсной вилкой.

2.5.4. В систему датчиков входят два датчика пульса (рис. 2.3, поз. 1 и 2) и датчик дыхания (рис. 2.3, поз. 3). Для подключения системы датчиков к электронному блоку служит разъем (рис. 2.3, поз. 4).

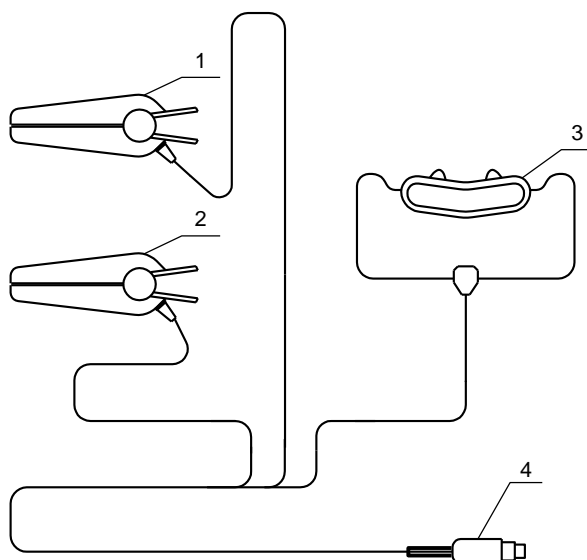


Рис. 2.3 Система датчиков диагностического устройства «Митера»

Датчик пульса, предназначенный для фиксации на пальце левой руки, маркирован желтым цветом, датчик пульса, предназначенный для фиксации на пальце правой руки, маркирован красным цветом.

2.5.5. Принцип действия устройства «Митера» состоит в следующем.

До начала процесса мониторинга изменений ритмических процессов организма пациента устанавливаются границы допустимых диапазонов для частоты пульса  $f_{\text{ПУЛ}}$  и частоты дыхания  $f_{\text{ДЫХ}}$ :

- для частоты пульса

$$f_{\text{ПУЛmin}} \leq f_{\text{ПУЛ}} \leq f_{\text{ПУЛmax}}; \quad (1)$$

- для частоты дыхания

$$f_{\text{ДЫХmin}} \leq f_{\text{ДЫХ}} \leq f_{\text{ДЫХmax}}. \quad (2)$$

Диапазон задания минимальных допустимых значений частоты  $f_{\text{min}}$  физиологических показателей составляет:

- для частоты пульса

$$30 \text{ мин}^{-1} \leq f_{\text{ПУЛmin}} \leq f_{\text{ПУЛ ГР}} \text{ мин}^{-1}, \quad (3)$$

где  $f_{\text{ПУЛ ГР}}$  любое заданное (граничное) значение частоты пульса большее  $30 \text{ мин}^{-1}$  и меньше  $240 \text{ мин}^{-1}$ ;



- для частоты дыхания

$$8 \text{ мин}^{-1} \leq f_{\text{ДЫХ}_{\text{min}}} \leq f_{\text{ДЫХ}_{\text{ГР}}} \text{ мин}^{-1}, \quad (4)$$

где  $f_{\text{ДЫХ}_{\text{ГР}}}$  любое заданное (граничное) значение частоты дыхания большее  $8 \text{ мин}^{-1}$  и меньше  $100 \text{ мин}^{-1}$ .

Диапазон задания максимальных допустимых значений частоты  $f_{\text{max}}$  физиологических показателей составляет:

- для частоты пульса

$$f_{\text{ПУЛ}_{\text{ГР}}} \text{ мин}^{-1} < f_{\text{ПУЛ}_{\text{max}}} \leq 240 \text{ мин}^{-1}; \quad (5)$$

- для частоты дыхания

$$f_{\text{ДЫХ}_{\text{ГР}}} \text{ мин}^{-1} < f_{\text{ДЫХ}_{\text{max}}} \leq 100 \text{ мин}^{-1}. \quad (6)$$

Начально-установленные допустимые значения физиологических показателей определяются следующими диапазонами:

- для частоты пульса

$$50 \text{ мин}^{-1} \leq f_{\text{ПУЛ}} \leq 100 \text{ мин}^{-1}; \quad (7)$$

- для частоты дыхания

$$10 \text{ мин}^{-1} \leq f_{\text{ДЫХ}} \leq 20 \text{ мин}^{-1}. \quad (8)$$

Для измерения частоты пульса используются оптронные датчики (см. рис. 2.1 и 2.3) ДЛП (маркирован желтым цветом) и ДПП (маркирован красным цветом), работающие на просвет. В качестве источника излучения в датчиках применяются инфракрасные (ИК) светодиоды, а в качестве приемников – ИК фотодиоды. При колебаниях кровенаполнения сосудов изменяется их проникающая способность для электромагнитного излучения ИК диапазона от светодиодов к фотодиодам. Это в свою очередь приводит к возникновению пульсаций тока через фотодиоды. В усилителях-формирователях УФ 1 и УФ 2 (рис. 2.1) указанные пульсации усиливаются, фильтруются от помех и преобразуются в прямоугольные импульсы с нормированной амплитудой. Частота следования импульсов на выходах усилителей-формирователей УФ 1 и УФ 2 соответствует частоте пульса в левой и правой руках соответственно.

Для измерения частоты дыхания используется датчик дыхания ДД (см. рис. 2.1 и 2.3), фиксирующий разницу температур вдыхаемого и выдыхаемого воздуха, которая составляет 4-5 °С. В качестве чувствительных элементов в этих датчиках используются малоинерционные терморезисторы. При выдохе на терморезисторы попадает поток воздуха, они нагреваются, что приводит к изменению их сопротивления, а следовательно, и к изменению падения напряжения на них. В усилителе-формирователе УФ 3 (рис. 2.1) пульсации напряжения усиливаются, фильтруются от помех и преобразуются в прямоугольные импульсы с нормированной амплитудой. Частота следования импульсов на выходе усилителя-формирователя УФ 3 соответствует частоте дыхания.

Импульсные последовательности с выхода усилителей-формирователей УФ 1 – УФ 3 поступают в блок световой индикации БСИ, где с помощью точечных светодиодных индикаторов обеспечивается индикация ра-

боты датчиков пульса и дыхания. Кроме того импульсные последовательности поступают на вход микроконтроллера МК, где с помощью программно реализованных импульсно-цифровых преобразователей ИЦП 1 – ИЦП 3 с частотно-импульсным законом преобразования, генератора тактовых импульсов ГТИ и информационно-вычислительного блока ИВЦ частота следования импульсов преобразуется в цифровой код. Для выполнения указанных преобразований в устройстве использован классический метод последовательного счета. Суть этого метода состоит в следующем.

В течение временного интервала  $T_{ВХ}$  (см. рис. 2.4, а), соответствующего периоду следования входных (для импульсно-цифрового преобразователя) импульсов  $U_{ВХ}$  в счетчике импульсно-цифрового преобразователя осуществляется подсчет тактовых импульсов  $U_{ТИ}$  (см. рис. 2.4, б), формируемых генератором тактовых импульсов и следующих с некоторым постоянным периодом  $T_{ТИ}$ . При этом количество  $N_i$  подсчитанных тактовых импульсов (см. рис. 2.4, в) с некоторым приближением может быть определено как

$$N_i = T_{ВХ} / T_{ТИ}. \quad (9)$$

Числа  $N_i$  в виде цифровых кодов с выхода импульсно-цифровых преобразователей поступают на вход информационно-вычислительного блока. Здесь осуществляется вычисление частоты входного сигнала, выраженной в количестве импульсов (сердечных сокращений или дыхательных актов) в минуту. Для вычисления частоты  $f_{ВХ}$  входного сигнала используется выражение

$$f_{ВХ} = 60 \cdot f_{ТИ} / N_i, \quad (10)$$

где  $f_{ТИ}$  – частота тактовых импульсов, величина обратная периоду  $f_{ТИ} = 1 / T_{ТИ}$ .

Вычисленные значения частоты пульса и дыхания с выхода информационно-вычислительного блока ИВБ (рис. 2.1) поступают на вход блока отображения информации БОИ, где в десятичном виде отображаются на индикаторах «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ,  $xв^{-1}$ » и «ЧАСТОТА ДИХАНИЯ,  $xв^{-1}$ » (см. рис. 2.2, поз. 4 и 7).

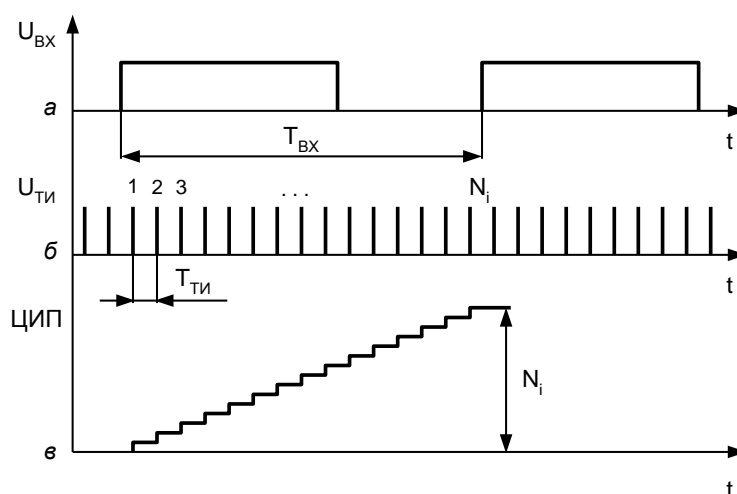


Рис. 2.4 К пояснению классического метода последовательного счета преобразования частоты следования импульсов в цифровой код

Если вычисленные значения частоты пульса или дыхания не соответствуют значениям допустимого диапазона, предварительно заданного для каждого пациента (см. выражения (1) и (2)), то в информационно-вычислительном блоке формируется сигнал управления блоком звуковой сигнализации БЗС, который генерирует звуковой сигнал, информируя оператора о выходе частоты физиологических показателей пациента за пределы допустимых диапазонов.

Информационно-вычислительный блок обеспечивает также управление точечными светодиодными индикаторами «мін» и «макс» (см. рис. 2, поз. 9 и 10), входящими в состав блока световой индикации. Эти индикаторы используются в режиме «ЗАВДАННЯ» для задания минимально и максимально допустимых значений физиологических показателей. Кроме того, информационно-вычислительный блок обеспечивает управление точечными светодиодными индикаторами «ЛП» и «ПП» (см. рис. 2, поз. 11 и 12), которые также входят в состав блока световой индикации. В режиме «ВИМІРЮВАННЯ» эти индикаторы информируют оператора о том, частота пульса, в которой из рук (левой или правой) выводится на индикатор «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ, хв<sup>-1</sup>» (см. рис. 2, поз. 4).

1.5.6. Выбор режима работы «ЗАВДАННЯ» или «ВИМІРЮВАННЯ» и задание гранично-допустимых значений физиологических показателей осуществляется с помощью пульта управления ПУ (рис. 1), который содержит кнопки «▼» и «▲» уменьшение и увеличение для задания гранично-допустимых значений частоты пульса (рис. 2, поз. 5), кнопки «▼» и «▲» уменьшение и увеличение для задания гранично-допустимых значений частоты дыхания (рис. 2, поз. 8) и кнопку «◆» (рис. 2, поз. 13) для управления режимами «ЗАВДАННЯ» и «ВИМІРЮВАННЯ».

1.5.7. Блок связи БС (рис. 1) обеспечивает передачу данных об измеренных значениях физиологических показателей пациента в персональный компьютер для последующей обработки, отображения и хранения.

### **3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТРОЙСТВА «МИТЕРА»**

#### **3.1. Эксплуатационные ограничения устройства «Митера»**

Эксплуатация устройства «Митера» должна осуществляться при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха, °С +10 – +35;
- атмосферное давление, мм рт. ст. 720 – 780;
- относительная влажность воздуха

при температуре 25 °С, не более, % 80.

Не допускается подключение устройства к электрическим сетям с отклонениями напряжения от номинального значения более 10 %.

## **3.2. Подготовка устройства «Митера» к работе**

3.2.1. Если устройство «Митера» длительное время находилось в условиях, существенно отличающихся от рабочих (см. подраздел 2.1), то его необходимо выдержать в нормальных климатических условиях не менее 24 часов.

3.2.2. Устройство «Митера» следует размещать на столе вместе с персональным компьютером. Стол должен быть установлен таким образом, чтобы устройство с помощью сетевого шнура можно было подключить к розетке электрической сети, а проводов системы датчиков хватило бы для их размещения на теле пациента. Датчики должны быть предварительно продезинфицированы путем протирания тампоном, смоченным 70 % раствором медицинского спирта либо средством «Дезоксон».

3.2.3. Перед подключением устройства «Митера» к розетке электрической сети необходимо проверить целостность корпуса и сетевого шнура, подключить систему датчиков к устройству, а устройство (при необходимости) – к компьютеру. Клавиша сетевого выключателя, расположенного на задней стенке корпуса, должна быть установлена в положение «0». Затем вилку сетевого шнура следует вставить в розетку электрической сети с напряжением 220 В.

После этого устройство готово к работе.

## **3.3. Порядок работы с устройством «Митера»**

3.3.1. Для включения устройства «Митера» следует перевести клавишу сетевого выключателя (на задней панели устройства) в положение «I». При этом точечный светодиодный индикатор зеленого цвета (рис. 2.2, поз. 1) укажет на включенное состояние устройства. По окончании самодиагностики устройства (примерно через 30 с после включения) на цифровые светодиодные индикаторы «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ,  $\text{хв}^{-1}$ » и «ЧАСТОТА ДИХАНИЯ,  $\text{хв}^{-1}$ » (рис. 2.2, поз. 4 и 7) будут выведены символы «— — —», свидетельствующие о том, что информация с датчиков пульса и дыхания не поступает. Кроме этого будет включен точечный светодиодный индикатор «ЛП» (левый пульс) зеленого цвета (рис. 2.2, поз. 11).

3.3.2. Для проведения обследования необходимо зафиксировать датчики пульса и дыхания на теле пациента. Если все датчики надежно зафиксированы и воспринимают ритмические процессы организма пациента, то это будет подтверждено периодическим миганием точечных светодиодных индикаторов: «ЛП» (левый пульс) желтого цвета (рис. 2.2, поз. 2), «ПП» (правый пульс) красного цвета (рис. 2.2, поз. 3) и дыхания – синего цвета (рис. 2.2, поз. 6). На цифровые светодиодные индикаторы «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ,  $\text{хв}^{-1}$ » и «ЧАСТОТА ДИХАНИЯ,  $\text{хв}^{-1}$ » будут выведены соответственно текущие значения частоты пульса на левой руке и частоты дыхания. Для вывода на индикатор «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ,  $\text{хв}^{-1}$ » текущего значения частоты пульса на

правой руке достаточно кратковременно нажать кнопку выбора режима (рис. 2.2, поз. 13), при этом включится точечный светодиодный индикатор «ПП» (правый пульс) зеленого цвета (рис. 2.2, поз. 12).

3.3.3. Если начально-установленные граничные значения для частоты пульса ( $50 \leq f_{\text{ПУЛ}} \leq 100$ ) и частоты дыхания ( $10 \leq f_{\text{ДЫХ}} \leq 20$ ) не подходят данному пациенту (выход физиологических показателей пациента за граничные значения сопровождается прерывистым звуковым сигналом) они могут быть изменены. Для этого следует нажать и удерживать в течение 2 с кнопку выбора режима (рис. 2.2, поз. 13). Переход в режим «ЗАВДАННЯ» будет сопровождаться свечением точечного светодиодного индикатора «мін» зеленого цвета (рис. 2.2, поз. 9). Далее с помощью кнопок «▼» и «▲» (уменьшение и увеличение, рис. 2.2, поз. 5 и поз. 8) следует установить минимальные значения частоты пульса ( $f_{\text{ПУЛ}_{\text{min}}}$  отображается на индикаторе «ЧАСТОТА ПУЛЬСУ,  $\text{хв}^{-1}$ ») и частоты дыхания ( $f_{\text{ДЫХ}_{\text{min}}}$  отображается на индикаторе «ЧАСТОТА ДИХАННЯ,  $\text{хв}^{-1}$ »). Последующее нажатие кнопки выбора режима приведет к включению точечного светодиодного индикатора «макс» зеленого цвета (рис. 2.2, поз. 10), что позволит установить максимальные значения частоты пульса ( $f_{\text{ПУЛ}_{\text{max}}}$ ) и частоты дыхания ( $f_{\text{ДЫХ}_{\text{max}}}$ ). Переход из режима «ЗАВДАННЯ» в режим «ВИМІРЮВАННЯ» происходит автоматически в том случае, если в течение 5 с ни одна из кнопок не была нажата.

3.3.4. При проведении обследований пациентов не следует допускать попадания на датчики прямых солнечных лучей или других источников ИК излучения. Препятствием к проведению обследований может служить лак на ногте пальца, на котором фиксируется датчик пульса.

3.3.5. После завершения обследования датчики пульса и дыхания следует отключить от устройства, снять с пациента и обработать 70 % раствором медицинского спирта либо средством «Дезоксон».

### **3.4. Подключение устройства «Митера» к персональному компьютеру**

3.4.1. Для расширения функциональных возможностей устройства «Митера» оно может быть подключено к персональному компьютеру. Для этой цели служит USB кабель. После соединения устройства с персональным компьютером, следует запустить программу. Если подключение произошло успешно, то в строке статуса после названия прибора высветится его серийный номер.

3.4.2. Для начала мониторинга изменений ритмических процессов организма пациента необходимо создать его медицинскую карту (если пациент проходит обследование первый раз) нажатием на кнопку «Новый» (здесь и далее в этом подразделе имеются в виду кнопки, расположенные на экране монитора персонального компьютера, «нажатие» которых производится с помощью микроманипулятора «мышь»). Если пациент уже проходил обследование нужно выбрать из списка карт его уже существующую медицинскую карту. В этом случае следует нажать на кнопку «Открыть» и далее «Открыть карту...». После этого оператору становится доступна карта для заполнения и редакти-

рования данных о пациенте, а также результаты всех ранее проведенных обследований, которые можно просмотреть, распечатать или удалить. При необходимости возможно проведение нового обследования пациента.

3.4.3. При нажатии на кнопку «Процедура» в таблице «Функциональные показатели» отображается столбец с текущими параметрами пациента и появляется кнопка «Запись», с помощью которой производится запись результатов измерений в файл. Запись осуществляется только в течение целого числа минут, неполные минуты отбрасываются. При необходимости остановить или завершить запись необходимо нажать кнопку «Стоп», после чего можно либо продолжить обследование с записью результатов в тот же файл, либо сохранить результаты обследования (кнопка «Сохранить») и затем продолжить обследование этого же или другого пациента.

3.4.4. Значения артериального давления и температуры тела могут быть зафиксированы в специальном окне, которое вызывается нажатием кнопки «Темп Давл».

3.4.5. При необходимости может быть произведено сравнение результатов нескольких обследований. Для этого достаточно нажать кнопку «Сравнить» и выбрать необходимые файлы.

3.4.6. Для распечатки результатов обследования следует нажать кнопку «Печать». При этом не печатается медицинская карта, показатели давления и температуры, а также таблица функциональных показателей и графики их изменения на интервале выбранной минуты.

3.4.7. Для выхода из программы достаточно нажать кнопку «Выход».

### **3.5. Действия при возникновении аварийных ситуаций**

3.5.1. Если при включении устройства «Митера» светодиодные индикаторы не включились, то нужно выключить устройство и извлечь вилок сетевого шнура из розетки питающей сети. Только после этого следует проверить целостность сетевого шнура и плавкого предохранителя, который установлен в держателе на задней стенке корпуса, а при необходимости – и предохранителей в держателях на печатной плате источника вторичного электропитания, которые закрыты крышками с надписью «FUSE».

3.5.2. Если после размещения датчиков на теле пациента не работают точечные светодиодные индикаторы желтого цвета («ЛП»), красного цвета («ПП») или индикатор дыхания – синего цвета (см. рис. 2, поз. 2, 3 и 6), то следует проверить правильность фиксации датчиков и надежность их подключения к устройству.

3.5.3. При отсутствии связи устройства «Митера» с персональным компьютером, следует проверить целостность USB кабеля и надежность его подключения к разъемам компьютера и устройства.

## 4. ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

**Цель лабораторной работы:** изучение конструкции и принципа действия приборов для измерения артериального давления косвенным методом и пульса, приобретение практических навыков работы с такими приборами.

### 4.1 Прибор для измерения артериального давления модели LD-95

4.1.1. Изучить руководство по эксплуатации прибора для измерения артериального давления модели LD-95.

4.1.2. Измерить артериальное давление в обследуемого студента с помощью прибора для измерения артериального давления модели LD-95.

4.1.3. Используя метод пальпации у обследуемого студента измерить пульс на лучевой артерии в области лучезапястного сустава в течении 30 с.

4.1.4. Результаты измерений занести в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Результаты измерений артериального давления и пульса

Прибор, усл. изм.	LD-95	DS-130	СН605	СН605 после нагрузки
Сист. давл., мм.ст.ст.				
Диастл. давл., мм.ст.ст.				
Частота пульса, уд./мин.				

### 4.2 Полуавтоматический электронный прибор для самостоятельного контроля артериального давления и пульса DS-130

4.2.1. Изучить руководство по пользованию прибором DS-130.

4.2.2. Измерить артериальное давление и пульс у обследуемого студента с помощью электронного прибора DS-130.

4.2.3. Результаты измерений занести в таблицу 4.1.

### 4.3 Автоматический электронный прибор для самостоятельного контроля артериального давления и пульса СН605

4.3.1. Изучить руководство по пользованию прибором СН605.

4.3.2. Измерить артериальное давление и пульс у обследуемого студента с помощью электронного прибора СН605.

4.3.3. Результаты измерений занести в таблицу 4.1.

#### **4.4 Измерение артериального давления и частоты пульса после физической нагрузки**

4.4.1. Обследуемому студенту выполнить физические упражнения в течении 4 – 5 мин.

4.4.2. Измерить артериальное давление и пульс у обследуемого студента с помощью автоматического электронного прибора СН605.

4.4.3. Результаты измерений занести в таблицу 4.1.

4.4.4. После физической нагрузки с помощью прибора «Митера» произвести непрерывное измерение частоты пульса в течении 600 секунд.

*Примечание: во время измерения артериального давления следует строго придерживаться инструкций и руководств по эксплуатации приборов.*

**В отчет о выполненной лабораторной работе должны быть включены:**

- сведения о сердечно-сосудистой системе человека и таких ее показателях как давление крови и пульс;
- информация о сути косвенного метода измерения артериального давления и пульса;
- технические данные, описание устройства, принципа действия и порядка работы с каждым из приборов для измерения параметров сердечно-сосудистой системы человека;
- результаты измерений в виде таблиц и столбчатых диаграмм;
- список использованной литературы.