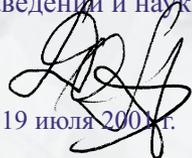


**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**СОГЛАСОВАНО**

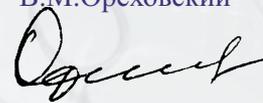
Заместитель начальника  
Главного управления кадровой политики,  
учебных заведений и науки Н.И. Доста



19 июля 2001 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель  
министра здравоохранения  
В.М.Ореховский



6 августа 2001 г.  
Регистрационный № 20-0101

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ  
ТЕТРАПОЛЯРНОЙ РЕОГРАФИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ  
СОСТОЯНИЯ ГЕМОДИНАМИКИ  
В НЕОНАТОЛОГИИ**

**Минск 2001**

**[Перейти к оглавлению](#)**

**Основное учреждение-разработчик:** НИИ охраны материнства и детства

**Авторы:** д-р мед. наук, проф. Г.А. Шишко, канд. мед. наук В.Г. Калюжин, канд. мед. наук О.А. Дерюгина

**Рецензент:** канд. мед. наук И.В. Митрошенко

Методические рекомендации содержат описание новейших компьютерных реографических методов обследования состояния центрального и регионарного кровообращения у новорожденных младенцев с клинической интерпретацией показателей и формулами их расчетов. Приведены ранжированные нормативные данные параметров центрального и периферического кровотока как у доношенных, так и у преждевременно родившихся младенцев различных сроков гестации в течение раннего неонатального периода и первого месяца жизни.

Методические рекомендации предназначены педиатрам, неонатологам и врачам функциональной диагностики, работающим в отделениях новорожденных и реанимационных отделениях (палатах) родильных домов и детских больниц.

Методические рекомендации утверждены Министерством здравоохранения Республики Беларусь в качестве официального документа.

# Оглавление

<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....</b>	<b>4</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>ПРОГРАММА РЕГИСТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ РЕОГРАММ «REGION» .....</b>	<b>8</b>
<b>КЛИНИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ РЕГИОНАРНОЙ РЕОГРАФИИ .....</b>	<b>11</b>
<b>ПРОГРАММА ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНА- МИКИ ПО ДАННЫМ ГРУДНОЙ РЕОГРАФИИ «ИМПЕКАРД-ДЕТСКИЙ» .....</b>	<b>16</b>
<b>ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ «ИМПЕКАРД-ДЕТСКИЙ» .....</b>	<b>21</b>
<b>НОРМАТИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ .....</b>	<b>23</b>
<b>НОРМАТИВНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ПРЕЖДЕВРЕМЕННО РОДИВШИХСЯ НОВОРОЖДЕННЫХ .....</b>	<b>26</b>

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АКП	—	анакротно-катакротный показатель
АЧП	—	амплитудочастотный показатель
ДНЛЖ	—	давление наполнения левого желудочка
ИВН	—	индекс времени наполнения
ИПС	—	индекс периферического сопротивления (дикротический индекс)
МАП	—	межамплитудный показатель
МОК	—	минутный объем кровообращения
МПК	—	минутный периферический кровоток
ООП	—	относительный объемный пульс
ОПС	—	общее периферическое сопротивление
ОСВ	—	объемная скорость выброса крови в аорту
ПДТ	—	показатель дегидратации тканей
ППП	—	пакет прикладных программ
ПЭВМ	—	персональная ЭВМ
РСИ	—	реографический систолический индекс
САД	—	среднее артериальное давление
СИ	—	сердечный индекс
УОС	—	ударный объем сердца

УПО	— удельный пульсовой объем
УСК	— удельное сопротивление крови
ЧСС	— частота сердечных сокращений
А	— внешняя работа сердца по перемещению МОК из сердца в аорту
С	— величина окружности исследуемого участка конечности
К	— амплитуда калибровочного сигнала
Н	— величина систолической волны
Н	— мощность сердечных сокращений
Z	— импеданс тканей сегмента конечности
T	— время изгнания крови из сердца

## **ВВЕДЕНИЕ**

В структуре младенческой смертности в регионах центральное место занимает перинатальная патология. Это вызывает необходимость дальнейшего углубленного изучения проблем физиологии и патологии периода новорожденности. Адаптация новорожденного ребенка к внешней среде и нормальное функционирование его организма во многом зависит от состояния сердечно-сосудистой системы. Гипоксемия, тканевая гипоксия, расстройства метаболизма, нарушения нейроэндокринной регуляции, морфофункциональная незрелость при преждевременном рождении и многие другие факторы оказывают выраженное патологическое влияние на состояние всех звеньев гемодинамики, включая центральное и периферическое (регионарное) кровообращение.

Доступным и достаточно широко применяемым методом функционального исследования различных звеньев гемодинамики в терапевтической практике является метод тетраполярной импедансной реоплетизмографии. Реограмма по частоте использования в педиатрической клинике уступает лишь электрокардиографии и фонокардиографии и является высокоинформативным неинвазивным методом оценки центрального и регионарного кровообращения. Специалистам РНПЦ «Кардиология» и ИМП «Интекард» удалось создать системы компьютеризированной регистрации и обработки реограмм.

В связи с острой потребностью в исследовании состояния центрального, периферического и мозгового кровообращения у младенцев в неонатальном периоде сотрудниками клинко-диагностического отдела НИИ охраны материнства и детства был адаптирован к анатомо-физиологическим особенностям новорожденных и прошел клиническую апробацию диагностический комплекс аппаратуры для проведения компьютеризированной регистрации реограмм. Для применения в неонатологии и для анализа полученных данных у новорожденных младенцев был адаптирован ППП «ИМПЕКАРД-детский», также разработан ППП «REGION» для исследования периферической гемодинамики у новорожденных. Компьютерные программы достаточно универсальны и рассчитаны не только на младенцев периода новорожденности, но и на детей от грудного до трехлетнего возраста.

В комплекс аппаратуры для компьютеризированной регистрации и анализа реограмм входят реограф Р4-02, аналого-цифровой преобразователь (устройство сопряжения) УС-2 и любой IBM-совместимый компьютер (включая и самые ранние конфигурации типа IBM AT-286, IBM AT-386 и др.).

## **ПРОГРАММА РЕГИСТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ РЕОГРАММ «REGION»**

ППП «REGION» создан для компьютерного анализа и автоматизированной расшифровки реовазографической волны с любого исследуемого участка конечности (плечо, предплечье, запястье, бедро, голень, стопа, пальцы рук и ног). Данная программа позволяет провести анализ регионарного и периферического кровотока у пациентов, изучить состояние тонуса артериальной сосудистой стенки, выявить соотношение артериального притока и венозного оттока крови из исследуемого участка конечности, а также получить количественную характеристику унифицированных параметров удельного периферического объемного кровотока, соотнесенных к  $1 \text{ см}^3$  тканей конечности, и диагностировать на ранних стадиях развития не определяемое визуально начало обезвоживания или отечности тканей больного.

Программа «REGION» — высокоинформативна и весьма чувствительна, поэтому к условиям регистрации реовазографической кривой предъявляются особо жесткие требования, при нарушении которых разработчик не несет ответственности за правильность компьютерной интерпретации реовазографических кривых и параметров регионарного кровотока.

Особую ценность ППП «REGION» имеет при использовании в динамике обследований у одного и того же пациента (до начала, в процессе и после окончания проведенного лечения), при сравнении состояния гемодинамики на симметричных участках левой и правой конечностей, при проведении хирургической коррекции сосудистого русла, назначении вазоактивных препаратов, во всех случаях проведения инфузионной терапии и реанимационных мероприятий.

Программа оказывает существенную помощь практическому врачу при диагностике возрастных изменений сосудистого тонуса, уровня кровотока и нарушениях венозного оттока крови в конечностях. ППП «REGION» позволяет обходиться без привлечения врача функциональной диагностики. Правила пользования ППП настолько просты, что ими легко и быстро может овладеть любой работник со средним медицинским образованием.

*Правила наложения электродов.* Для регистрации регионарной реовазограммы используются модифицированные авторами стандартные электроды и входная колодка к реографу Р4–02. Модификация заключается в попарном закреплении на резиновой ленте шириной 3 см диагностических электродов для обеспечения постоянного межэлектродного расстояния в 1,5 см и жесткой распайки их контактных выводов на штекере СШ-5, что позволяет исключить возможность перепутывания электродов при подключении их к входной колодке реографа.

Новорожденного кладут на спинку на пеленальном столике вне зависимости от того, исследование какого участка конечности будет проводиться. Регистрацию реовазограммы предпочтительно проводить во время сна ребенка, он не должен шевелиться, сосать соску, кричать и двигать конечностями.

Перед наложением электродов измеряют окружность исследуемого участка конечности сантиметровой лентой. Кожа в месте наложения электродов обрабатывается этиловым спиртом (70°) и смачивается гелем для УЗИ (при необходимости гель можно заменить 0,9% физиологическим раствором), что позволяет обеспечить наиболее полный электропроводящий контакт наложенных электродов с кожей младенца и практически нивелировать кожное электрическое сопротивление, создающее помехи для регистрации базового импеданса. Оптимальными для регистрации реовазограмм являются наиболее дистально расположенные области верхних и нижних конечностей (запястья, лодыжки или, если позволяет размер, пальцы), так как там меньше всего магистральных артерий и наибольшее количество мелких артериол.

Электроды размещаются на исследуемых областях симметрично, одновременно на левой и правой конечностях фиксируются лейкопластырной лентой так, чтобы было обеспечено несильное давление электрода на кожу (при сильном пережатии электродами участка конечности возможно изменение или нарушение венозного оттока крови, что приводит к искажению получаемой информации). Подключение электродов к входной колодке реографа производится последовательно в начале от левой, а затем от правой конечности во второй канал реографа. После подключения к входной колодке электродов необходимо отжать кнопку калибровки на панели реографа и высветить на табло измеренную величину межэлектродного базового импеданса (при нажатой кнопке 2 канала).

## **КЛИНИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ РЕГИОНАРНОЙ РЕОГРАФИИ**

В компьютерный анализ включаются в среднем около 30–35 сердечных комплексов, в каждом из которых происходит определение 6 опорных диагностических точек, измерение 12 параметров объемной и дифференциальной реограмм и расчет 11 показателей регионарной гемодинамики. За 1–2 с компьютер производит более 300 измерений параметров и характеристик реографических кривых и свыше 1000 расчетов показателей параметров гемодинамики. Для аналогичной работы врачу функциональной диагностики потребуется как минимум 12 ч.

С помощью ППП «REGION» исследователь получает усредненные значения следующих параметров периферического кровотока:

– УСК (Ом/см) высчитывается компьютером по специальной формуле в зависимости от известной величины гематокрита или количества эритроцитов. УСК практически никак не связано с показателями свертывающей системы крови, это сугубо физико-химическая характеристика электропроводных свойств любого раствора, в том числе и крови.

–  $Z$  (Ом). Импеданс — это сопротивление зондирующему высокочастотному (40000 Гц) электрическому току, оказываемое тканями исследуемого сегмента конечности, заключенного между внутренними электродами. Импеданс прямо пропорционально зависит от величины  $L$ . Чем хуже контакт между электродами и кожей пациента, тем выше импеданс.  $Z^2$  входит в знаменатель формул расчета УПО и МПК.

–  $C$  (см) необходима для расчета объема исследуемого сегмента конечности, заключенного между регистрирующими электродами, и входит в знаменатель формул расчета УПО и МПК.

– ЧСС (уд./мин) рассчитывается компьютером по величине интервала между пиками осцилляций дифференциальной реограммы, входит в знаменатели формул расчета МПК, ООП и АЧП.

– УПО (мкл/см<sup>3</sup>) — сложный интегрированный объемный показатель, характеризующий количество крови (в микролитрах, 0,001 мл), поступающей в 1 см<sup>3</sup> тканей исследуемой конечности за одно сердечное сокращение. В его расчете участвуют величины УСК, L, Z, C, высота положительного зубца дифференциальной реограммы (А), Т, К, масштабный коэффициент перерасчета (1000×4×3,141 = 12566,37).

$$\text{УПО} = \text{УСК} \times \text{А} \times \text{Т} \times \text{L} \times 12566,37 \div \text{Z}^2 \div \text{C}^2 \div \text{К}$$

Универсальность и унифицированность УПО заключается в возможности его применения в разных группах детей вне зависимости от типа и размера реографических электродов и марки реографа. Применение УПО в клинической педиатрической практике защищено полученным сотрудниками НИИ ОМД.

– МПК (мкл/мин/см<sup>3</sup>) — сложный интегрированный объемный показатель, характеризующий количество микролитров (0,001 мл) крови, поступающей в 1 см<sup>3</sup> тканей исследуемой конечности за 1 мин.

$$\text{МПК} = \text{УПО} \times \text{ЧСС}$$

Как и УПО, МПК является унифицированным показателем, количественно характеризующим кровоток в исследуемом сегменте тканей конечности. Чем выше МПК, тем лучше кровоснабжение данного участка.

– РСИ — относительный показатель, рассчитывается компьютером по соотношению  $H$  объемной реограммы к  $K$ . РСИ характеризует величину кровенаполнения артериальных сосудов, систолический приток крови в исследуемый участок конечности, степень раскрытия сосудов и интенсивность кровообращения. Показатель обратно пропорционален тону артериальной сосудистой стенки: увеличен при пониженном тоне и артериовенозных свищах, снижен при увеличении тонического напряжения стенки сосудов (эндартериит, гипертоническая болезнь, атеросклероз), при сердечной недостаточности, увеличении периферического сосудистого сопротивления и болезнях вен.

– ООП — относительный показатель интенсивности кровенаполнения артериальных сосудов в исследуемом участке конечности. Вычисляется компьютером на основании параметров ЧСС, высоты положительного зубца ( $A$ ) дифференциальной реограммы, соотнесенной с  $K$  и  $Z$  по формуле:

$$\text{ООП} = \text{ЧСС} \times A \div K \div Z$$

ОПП характеризует пульсовой прирост объема крови за единицу времени и прямо пропорционален степени кровенаполнения артериальных сосудов.

– АЧП (Ом/с) — относительный параметр, характеризующий как интенсивность кровообращения, так и сосудистое тоническое напряжение в исследуемом участке конечности. Рассчитывается компьютером как результат перемножения ЧСС с соотношением  $H$  объемной реограммы к величине  $K$ .

$$\text{АЧП} = \text{ЧСС} \times H \div K$$

АЧП пропорционален объему кровотока: снижается при уменьшении объема крови, поступающей в исследуемый сегмент конечности.

– МАП — относительный параметр, характеризующий степень преобладания артериального (систолического) притока крови над диастолическим (венозным) оттоком. Вычисляется компьютером по соотношению  $H$  и высоты диастолической волны ( $h$ ) объемной реограммы

МАП обратно пропорционален артериальному тону мелким сосудам, снижение МАП указывает на возникновение угрозы развития застойных явлений в данном участке конечности, а возрастание МАП характерно для пареза вен.

– ИПС — относительный показатель, характеризующий периферическое сосудистое сопротивление, т.е. тонус мелких сосудов (артериол). Рассчитывается компьютером как соотношение высоты от изолинии до точки диастолической инцизуры (впадины) на объемной реограмме ( $h_n$ ) к  $H$ .

ИПС увеличивается при гипертонической болезни, атеросклерозе и повышении тонуса сосудистой стенки артериол, пропорционален тоническому напряжению венной сосудистой стенки, обратно пропорционален степени эластичности сосудов.

– АКП — относительный параметр, характеризующий состояние тонуса сосудистой стенки, ее эластичность, упругость, способность возвращаться к исходному состоянию после прохождения по сосуду систолической волны крови. Вычисляется компьютером как соотношение времени анакротического подъема объемной реографической кривой ко времени ее катакротического спуска. Характеризует эластотонические и структурные свойства сосудов.

Величина АКП снижается при затруднении венозного оттока крови из исследуемого участка конечности, при заболеваниях вен, снижении тонуса их стенки. АКП возрастает при эндартериите, гипертонической болезни, атеросклерозе и увеличении периферического сопротивления току крови.

– ИВН — относительный показатель, характеризует состояние тонуса крупных и мелких артериальных сосудов в исследуемом регионе. Рассчитывается компьютером как соотношение периода быстрого наполнения к периоду медленного наполнения. Обратно пропорционален тону сосудов.

ИВН возрастает при повышении тонуса сосудистой стенки и снижении сократительной способности миокарда. Уменьшение ИВН указывает на снижение тонуса крупных сосудов при повышении тонического напряжения мелких сосудов (артериол).

– ПДТ (Ом/см<sup>3</sup>) — сложный интегрированный объемно-относительный параметр, характеризующий количество тканевой жидкости в 1 см<sup>3</sup> тканей исследуемой конечности. В его компьютерном расчете участвуют величины Z, C, L и масштабный коэффициент перерасчета (12,56637).

$$\text{ПДТ} = Z \times 12,56637 \div C^2 \div L$$

Универсальность и унифицированность ПДТ заключается в возможности его применения у разных групп детей вне зависимости от типа и размера реографических электродов и марки реографа.

ПДТ — высокоинформативный параметр периферического и регионарного кровотока, позволяющий диагностировать начальные проявления визуально скрытого отека тканей (при снижении ПДТ) или начало развития обезвоживания организма (при увеличении ПДТ). Это особенно важно для динамического контроля за объемом, темпом и составом инфузионной терапии, при назначении диуретических и сердечно-сосудистых препаратов, а также во всех случаях проведения полостных оперативных вмешательств и реанимационных мероприятий. По величине ПДТ можно судить о гидрофильности тканей конечности.

## **ПРОГРАММА ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ПО ДАННЫМ ГРУДНОЙ РЕОГРАФИИ «ИМПЕКАРД-ДЕТСКИЙ»**

ППП «ИМПЕКАРД-детский» предназначена для автоматизированной обработки сигнала реограммы с целью оперативной оценки состояния центральной гемодинамики. Ориентирована на выполнение на IBM-совместимой ПЭВМ.

В качестве биомедицинского сигнала используется грудная реоплетизмограмма, регистрируемая по модернизированной методике Кубичека. Программа реализована в виде исполняемого файла REO\_DET.EXE, выполняемого сразу после загрузки компьютера. В основу обработки реокардиографического сигнала положены базовая методика тетраполярной реографии, формула Кубичека и руководство по эксплуатации реографа Р4–02.

Технологический процесс обработки данных построен следующим образом:

1. Обследуемый новорожденный располагается на пеленальном столике, на его теле попарно размещаются токовые и измерительные электроды. Включается реограф, оператор должен быть предварительно ознакомлен с руководством по эксплуатации данного медицинского прибора.

2. В режиме интерактивного диалога с клавиатуры дисплея вводятся данные о пациенте:

- фамилия и инициалы обследуемого;
- возраст (дата рождения);
- рост (см);
- вес (кг);
- межэлектродное расстояние (см);
- базовый импеданс (Ом);

– количество эритроцитов (в  $1 \text{ мм}^3$ ).

3. В оперативную память ПЭВМ вводится 3-секундный отрезок калибровочного сигнала, регистрируемый с периодом дискретизации 10 мс; введенный сигнал демонстрируется на экране дисплея. Затем вводится 10-секундный отрезок сигнала дифференцированной РПГ, регистрируемый с периодом дискретизации 10 мс.

4. Производится предварительная обработка сигнала реограммы. При этом сигнал освободится от шумов, неинформативных дрейфов изолинии и т.п.

5. Далее сигнал демонстрируется на экране дисплея, одновременно внизу экрана появляется «меню» пользователя.

6. Если нажата клавиша «Enter», начинается обработка реограммы — основной этап работы, в процессе которого происходит идентификация опорных точек. На каждом комплексе реосигнала программа находит 6 опорных точек:

- начало систолической волны,
- максимум систолической волны,
- конец систолической волны,
- конец периода изгнания,
- конец отрицательной волны,
- максимум диастолической волны.

7. Далее на экране дисплея демонстрируется размеченный сигнал (на кривой расставлены опорные точки).

8. После этого на экран дисплея выводится таблица, в верхней части которой помещены дата и время обследования и исходные данные. А в нижней части — результаты вычислений. Результаты вычислений — это следующие показатели центральной гемодинамики:

1) ЧСС:

$$\text{ЧСС} = 60 \div R - R \text{ (уд./мин)},$$

где R–R — период кардиоцикла (с).

2) УОС:

$$\text{УОС} = r \times (L^2 \div Z^2) \times A \times T \text{ (мл)},$$

где r — удельное сопротивление крови, рассчитывается по количеству эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови;

L — межэлектродное расстояние (см);

Z — импеданс (Ом);

A — амплитуда систолической полуволны (Ом/с);

T — длительность периода изгнания (с).

3) МОК:

$$\text{МОК} = \text{УОС} \times \text{ЧСС} \text{ (мл/мин)}.$$

МОК характеризует работу сердечной мышцы и способность сердца обеспечить метаболические запросы организма.

Для оценки состояния системы кровообращения использовались унифицированные показатели. С целью нивелирования фактора веса величина МОК рассчитывалась на 1 кг массы тела и выражалась в виде ИК:

$$\text{ИК} = \text{МОК} \div \text{вес тела} \text{ (мл/мин/кг)}.$$

4) СИ:

$$\text{СИ} = \text{МОК} \div S \text{ (мл/мин/м}^2\text{)},$$

где S — площадь тела, вычисленная по формуле:

$$S = 71,84 \times \text{вес тела} \times 0,425 \times \text{рост} \times 0,725 \text{ (м}^2\text{)}.$$

5) ОПС:

$$\text{ОПС} = 1,332 \times 60 \times [\text{PD} + (\text{PS} - \text{PD}) \div 3] \div \text{МОК} \text{ (дин} \cdot \text{с/см}^5\text{)},$$

где PS — систолическое артериальное давление (мм рт. ст.);

PD — диастолическое артериальное давление (мм рт. ст.).

Величина ОПС отражает состояние тонуса периферических сосудов.

6) ДНЛЖ характеризует функциональное состояние левого желудочка сердца, малого круга, уровень гиповолемии, что опосредовано отражает величину венозного возврата и определяется по формуле:

$$\text{ДНЛЖ} = 26,76 \times D \div A + 11,47 \text{ (мм рт. ст.)},$$

где A — амплитуда систолической волны (мВ);

D — амплитуда диастолической волны (мВ).

В режиме динамического наблюдения за состоянием пациента программа запрашивает новые значения АД. Программа позволяет контролировать динамику состояния с дискретностью до одного раза в 2–3 мин. Анализ взаимоотношений МОК с ДНЛЖ позволяет оценить насосную функцию сердца, а МОК с ОПС — адекватность степени периферической вазоконстрикции.

7) ОСВ:

$$\text{ОСВ} = \text{УОС} \div T \text{ (мл/с)},$$

где T — время изгнания крови из левого желудочка (с).

8) A — внешняя работа сердца по перемещению мок из сердца в аорту:

$$A = \text{САД} \times \text{МОК} \times 13,6 \text{ (Г} \times \text{м/мин)}.$$

9) САД является производным от периферического сосудистого сопротивления и ударного (минутного) объема кровообращения. САД вычисляется компьютером по дифференциальной реографической кривой с использованием сложной экспотенциальной зависимости, установленной нами экспериментальными исследованиями у новорожденных младенцев по корреляции с данными тахоосциллографии:

$САД = (4,58 \times S) - (6,62 \times T) + (2,37 \times S_{п} \times S_{о}) - (5,19 \times S_{о} \times RR) + (25,50 \times T^2) - (8,59 \times T \times Д) \times 100$  (мм рт. ст.),

где  $T$  — длительность периода изгнания крови из левого желудочка (с);

$RR$  — длительность кардиоцикла (с);

$S_{п}$ ,  $S_{о}$  — площади положительной и отрицательной полуволн дифференцированной реограммы (Ом).

10)  $N$  — Мощность сердечных сокращений:

$N = ОСВ \times САД \times 13,33 \times 10^{-5}$  (мВт).

«ИМПЕКАРД-детский» позволяет контролировать передаточную функцию левого желудочка сердца. На экране дисплея в прямолинейной системе координат (ось абсцисс — ДНЛЖ, ось ординат — СИ) демонстрируется фазовая траектория динамики состояния, именуемая кривой Франка — Старлинга.

Оцениваемые в процессе работы показатели центральной гемодинамики являются усредненными, причем усредняются не сами показатели, а амплитудно-временные параметры реокардиокомплексов. Число усредненных комплексов варьируется, не меняется лишь 10-секундная длительность массива данных (число считываемых ординат равно 1000). Для повышения устойчивости к помехам и обеспечения корректности обработки данных автоматически исключаются неполноценные комплексы типа экстрасистол, неполные комплексы в начале и конце буфера данных, комплексы, у которых не идентифицирована одна из опорных точек.

## **ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ «ИМПЕКАРД-ДЕТСКИЙ»**

Программа «ИМПЕКАРД-детский» защищена от тиражирования. Файл REO\_DET.EXE может быть скопирован на любое устройство компьютера. Но программа работает только при наличии ключевой дискеты, защищенной от копирования.

Необходимые технические требования к ПЭВМ:

- IBM-совместимый персональный компьютер;
- операционная система MS-DOS версии не ниже 3.0; объем оперативной памяти не менее 256 Кб;
- наличие резидентного русификатора типа ВЕТА или подобного, обеспечивающего вывод кириллицы в альтернативной кодировке в текстовом и графическом режиме дисплея;
- дисплей типа EGA или VGA;
- принтер с системой стандартных команд (типа EPSON или IBM);
- реограф Р4-02;
- наличие подключенного к ПЭВМ адаптера УС-2М для преобразования аналогового сигнала с выхода реографа в цифровую форму и передачи преобразованных данных в компьютер;
- сигнал с выхода реографа должен подаваться на вход адаптера УС-2М.

С помощью модуля УС-2М, входящего в состав комплекса «ИМПЕКАРД-детский», будут вводиться сигналы, квантованные с частотой 100 Гц. В процессе выполнения программы оператор взаимодействует с ПЭВМ в диалоговом режиме. Для запуска программы нужно вставить дискету с файлом REO\_DET.EXE в дисковод А и на клавиатуре дисплея набрать имя программы без расширения (A > REO\_DET [Enter]). На экран дисплея выводится заголовок программы. После нажатия любой клавиши открывается диалоговое окно.

В любой момент работы с системой «ИМПЕКАРД-детский» можно прервать эксплуатацию программы. Это обеспечивается одновременным нажатием клавиш [Ctrl] и [End].

## **НОРМАТИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ**

Приводим ранжированные величины нормативных параметров центральной и периферической гемодинамики в раннем неонатальном периоде у доношенных новорожденных, полученные в результате многолетних исследований, проведенных сотрудниками клинико-диагностического отдела НИИ охраны материнства и детства у статистически достоверного числа новорожденных (табл. 1 и 2).

Представленные величины дадут возможность оценить состояние обследованного в роддоме доношенного новорожденного ребенка и на ранних доклинических стадиях выявить отклонения в состоянии центрального и регионарного кровотока, данные величины параметров гемодинамики могут использоваться в практическом здравоохранении как нормативные значения показателей для оценки состояния младенца для контроля эффективности проводимого лечения, объемов и темпов инфузионной терапии.

*Показатели центральной гемодинамики у здоровых новорожденных в раннем неонатальном периоде*

Показатели	1–2-е сутки жизни	3–4-е сутки жизни	5–7-е сутки жизни
ЧСС, уд./мин	115–125	120–130	120–130
УОС, мл	3,7–4,1	3,7–4,1	4,0–4,4
МОК, мл/мин	440–480	450–490	460–510
СИ, мл/мин/м <sup>2</sup>	2140–2370	2180–2400	2300–2500
САД, мм рт. ст.	50–52	51–54	52–55
ИК, мл/мин/кг	135–145	140–150	143–154
ОСВ, мл/с	17–19	17–19	18–20
N, мВт	120–140	115–130	120–140
ОПС, кПа·с·л <sup>-1</sup>	950–1040	840–930	800–900
A, г·м/мин	350–385	340–385	370–420
ДНЛЖ, мм рт. ст.	18,4–19,1	17,8–18,6	19,0–19,8

*Показатели периферической гемодинамики у здоровых новорожденных в раннем неонатальном периоде*

Показатели	1–2-е сутки жизни	3–4-е сутки жизни	5–7-е сутки жизни
УПО, мкл/см <sup>3</sup>	1,30–1,50	1,45–1,60	1,55–1,90
МПК, мкл/см <sup>3</sup> /мин	155–177	165–185	200–230
РСИ, усл. ед.	0,37–0,41	0,37–0,41	0,40–0,44
ООП, Ом/с	2,20–2,55	2,25–2,60	2,60–3,10
АЧП, усл. ед.	0,70–0,85	0,75–0,85	0,85–1,00
МАП, усл. ед.	3,85–4,60	4,50–5,15	4,60–5,35
ИПС, усл. ед.	0,23–0,26	0,24–0,28	0,24–0,28
АКП, усл. ед.	0,28–0,30	0,29–0,31	0,30–0,32
ИВН, усл. ед.	0,78–0,82	0,79–0,83	0,82–0,86
ПДТ, Ом/см <sup>3</sup>	6,00–6,45	6,20–6,85	6,25–6,90

## **НОРМАТИВНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКИ У ПРЕЖДЕВРЕМЕННО РОДИВШИХСЯ НОВОРОЖДЕННЫХ**

В результате многочисленных исследований сотрудниками клинико-диагностического отдела НИИ охраны материнства и детства получены ранжированные величины нормативных параметров центральной и периферической гемодинамики в неонатальном периоде у преждевременно родившихся младенцев (табл. 3 и 4).

Приведенные величины параметров гемодинамики могут использоваться в практическом здравоохранении, в перинатальных центрах II и III уровней, в которых происходит выхаживание недоношенных младенцев на протяжении первого месяца жизни, как нормативные значения показателей для оценки состояния преждевременно родившегося младенца, для контроля эффективности проводимого лечения, режимов инфузионной терапии при проведении интенсивных и реанимационных мероприятий.

*Состояние центральной гемодинамики у недоношенных новорожденных на первом месяце жизни*

<b>Гестационный возраст более 33 недель</b>	<b>1–9-е сутки жизни</b>	<b>10–19-е сутки жизни</b>	<b>20–30-е сутки жизни</b>
ЧСС, уд./мин	140–150	140–150	145–155
УОС, мл	1,9–2,2	1,7–1,9	1,9–2,1
МОК, мл/мин	275–340	250–285	290–310
СИ, мл/мин/м <sup>2</sup>	1650–2000	1400–1600	1600–1800
САД, мм рт. ст.	45–53	48–52	45–55
ИК, мл/мин/кг	115–140	100–120	125–145
ОСВ, мл/с	9,0–10,5	8,0–8,7	8,0–8,6
N, мВт	54–72	50–60	50–60
ОПС, кПа·с·л <sup>-1</sup>	1250–1600	1500–1800	1250–1400
A, г·м/мин	180–250	180–220	190–240
ДНЛЖ, мм рт. ст.	19,5–22,0	18,5–21,0	17,5–24,5

Продолжение таблицы 3

Гестационный возраст менее 33 недель	1–9-е сутки жизни	10–19-е сутки жизни	20–30-е сутки жизни
ЧСС, уд./мин	140–155	140–155	145–160
УОС, мл	1,7–19	1,35–1,65	1,75–2,05
МОК, мл/мин	240–280	200–245	250–300
СИ, мл/мин/м <sup>2</sup>	1500–1700	1150–1500	1550–1800
САД, мм рт. ст.	35–38	36–42	44–47
ИК, мл/мин/кг	110–125	90–105	130–160
ОСВ, мл/с	7,7–8,9	6,0–7,5	7,3–8,9
N, мВт	40–50	35–48	50–55
ОПС, кПа·с·л <sup>-1</sup>	1100–1600	1400–1900	1150–1500
A, г·м/мин	130–160	125–180	190–225
ДНЛЖ, мм рт. ст.	18,0–19,6	18,5–21,0	21,5–24,0

*Состояние периферической гемодинамики  
у недоношенных новорожденных на первом месяце жизни*

<b>Гестационный возраст более 33 недель</b>	<b>1–9-е сутки жизни</b>	<b>10–19-е сутки жизни</b>	<b>20–30-е сутки жизни</b>
ЧСС, уд./мин	140–150	140–150	145–155
УПО, мкл/см <sup>3</sup>	4,1–6,0	2,3–3,9	2,1–4,0
МПК, мкл/см <sup>3</sup> /мин	450–730	350–400	300–560
РСИ, усл. ед.	0,33–0,45	0,30–0,40	0,17–0,19
ООП, Ом/с	2,2–3,6	1,7–2,6	1,8–2,3
АЧП, усл. ед.	0,75–1,05	0,70–1,00	0,50–0,80
МАП, усл. ед.	3,4–4,2	3,1–4,5	2,4–3,5
ИПС, усл. ед.	0,27–0,35	0,35–0,43	0,25–0,50
АКП, усл. ед.	0,30–0,38	0,26–0,30	0,22–0,29
ИВН, усл. ед.	0,75–0,83	0,90–1,00	0,90–1,15
ПДТ, Ом/см <sup>3</sup>	4,8–6,3	4,7–6,7	3,0–3,8

Гестационный возраст менее 33 недель	1–9 сутки жизни	10–19 сутки жизни	20–30 сутки жизни
ЧСС, уд./мин	140–155	140–155	145–160
УПО, мкл/см <sup>3</sup>	4,6–6,6	5,0–8,3	2,0–3,6
МПК, мкл/см <sup>3</sup> /мин	630–930	650–990	270–500
РСИ, усл. ед.	0,23–0,29	0,30–0,45	0,22–0,30
ООП, Ом/с	2,7–4,0	3,7–5,0	1,6–2,4
АЧП, усл. ед.	0,50–0,75	0,75–1,10	0,50–0,75
МАП, усл. ед.	3,5–4,6	3,1–4,4	2,5–5,1
ИПС, усл. ед.	0,26–0,37	0,28–0,34	0,24–0,46
АКП, усл. ед.	0,29–0,37	0,30–0,36	0,30–0,37
ИВН, усл. ед.	0,80–0,93	0,80–1,00	0,82–1,05
ПДТ, Ом/см <sup>3</sup>	3,5–5,6	4,0–6,4	5,0–7,2