

## ПРОБЛЕМАТИКА КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА СЕРДЕЧНОГО РИТМА МАЛОВЕСНЫХ И НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ

Куклина В.О.<sup>1</sup>, Елькин И. О.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГАУ ВПО УрФУ, г. Екатеринбург РФ  
<sup>2</sup>ГАУЗ СО МКМЦ «Бонум», г. Екатеринбург РФ

Разработка программного продукта для анализа сердечного ритма у маловесных и недоношенных детей на основе записи звука сердечного ритма за 100 ударов со специального дисплея Nellcor pulse oximeter и подсчета времени между интервалами, индекса напряжения, нормотонии, симпатикотонии или ваготонии и других показателей в режиме реального времени.

**Ключевые слова:** моделирование, компьютерная интеллектуальная поддержка, недоношенные дети, маловесные дети, медицина, сердечный ритм

## The problems of heart rate analysis in small and premature babies

Kuklina V.O.<sup>1</sup>, Elkin I.O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ural State University, Yekaterinburg, Russia  
<sup>2</sup>State autonomous public health institution of Sverdlovsk region a multidisciplinary clinical medical center «Bonum», Yekaterinburg, Russia

Development of a software product for the analysis of heart rhythm in small and premature babies, by recording the sound of heart rhythm for 100 strokes from a special display of the Nellcor pulse oximeter and counting the time between intervals, the stress index, normotonia, sympathicotonia or vagotonia and other indicators in real time.

**Keywords:** modeling, computer intellectual support, premature babies, small children, medicine, heart rhythm

### Введение

Существует множество способов компьютерного анализа сердечного ритма у людей разного возраста, например в России, используют такие различные электрокардиографические и реографические системы как: «Варикард», «ВНС-Ритм», «Карди», «МКА 01» и так далее [1-3]. Однако сердечный ритм у маловесных и недоношенных детей сегодня малоизучен, так как нет специальных устройств и программных средств. Существует метод [4] изучения variability сердечного ритма у

новорожденных детей на основе длительной записи кардиоинтервалов, что не подходит для оперативного вмешательства.

В данной статье поставлена и решена задача, заказанная ГАУЗ СО МКМЦ «Бонум», усовершенствования метода анализа сердечного ритма недоношенных и маловесных детей. Нами разработан оригинальный способ регистрации сердечного ритма: звук за 100 ударов сердца, снимаемый с пульсоксиметрического датчика монитора Nellcor pulse oximeter, записывают на компьютер и рассчитывают время между интервалами, индекс напряжения и регистрируют норматонию, симпатикотонию или ваготонию. Измеряем сердечный ритм в покое это норматония, а затем на этапах операции и оцениваем расстояние между кардиоинтервалами, позволяющее судить о вегетативной активности.

### Литературно-аналитический обзор

Нами просмотрены литературные источники, документы и патенты, статьи журнала «Вестник современной клинической медицины», ссылки интернета и проведены диалоги с экспертом. Выделены некоторые электрокардиографические системы: «Варикард», «ВНС-Ритм», «ВНС-Ритм», «ВНС-Вита» и «ВНС-Спектр» «Карди», Аппаратно-программный комплекс АПК-РКГ, Электрокардиографический комплекс «МКА 01» и реографическая приставка «РПКА 2-01» с кардиографическим каналом, Комплекс суточного мониторинга ЭКГ «Кардиотехника» [1] и реовазографические: диагностический комплекс Валента и Сфера-4 [5]. В результате отобраны для дальнейшего анализа 4 аналога анализа сердечного ритма у маловесных и недоношенных детей (таблица 1).

Таблица 1  
Работа с аналогами

№	Наименование аналога	Источник	Пятибалльная оценка по критериям:					
			удобства	стоимости	точности	учета специфики	информативности	интегральная
1	Метод анализа	[1]	3	4	4	2	4	3,4
2	Метод анализа	[4]	3	4	4	5	5	4,2
3	Метод проверки	[3]	3	4	4	1	4	3,2
4	Метод измерения	[6]	3	4	4	3	4	3,6

Критерии оценивания определены с экспертом. В соответствии с данной таблицей старшим прототипом выбран аналог [4] с интегральным значением 4,2.

### Прототипы

Пакет научных прототипов приведен в таблице 2.

Таблица 2  
Пакет научных прототипов

Ранг прототипа	Название	Источник	Критика
0	Метод анализа	[4]	Этот метод менее динамичнее, чем оперативное вмешательство
1	Метод анализа	[1]	Методы работают нестабильно для детей меньше 3 килограммов
	Метод проверки	[3]	Кольцевые электроды невозможно одеть на недоношенных и маловесных детей
	Метод измерения	[6]	Большие размеры датчиков для регистрации фонокардиограммы и обязательное расположение датчиков на грудной клетке

Алгоритмизация прототипных решений [1],[4] и предлагаемых решений представлены на рис.1-7.

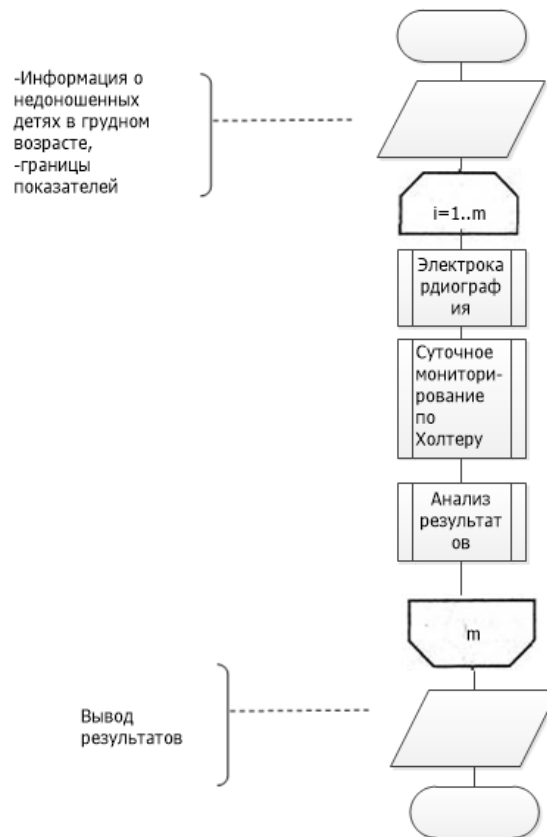
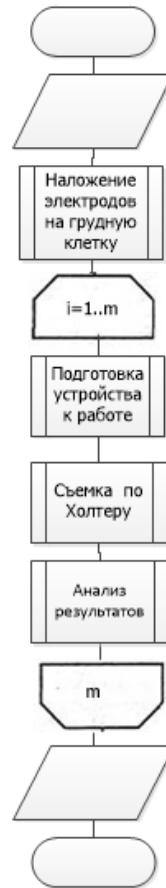


Рис.1 Алгоритм прототипного решения 0-го ранга [4]

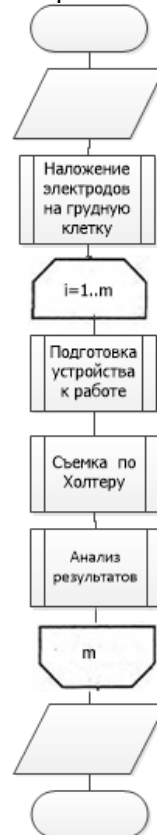
-Информация о недоношенных детях в грудном возрасте,  
-границы показателей



Вывод результатов

Рис.2 Алгоритм первого прототипного решения по ЭКГ [1]

-Информация о недоношенных детях в грудном возрасте,  
-границы показателей



Вывод результатов

Рис.3 Алгоритм второго прототипного решения по Холтеру [4]

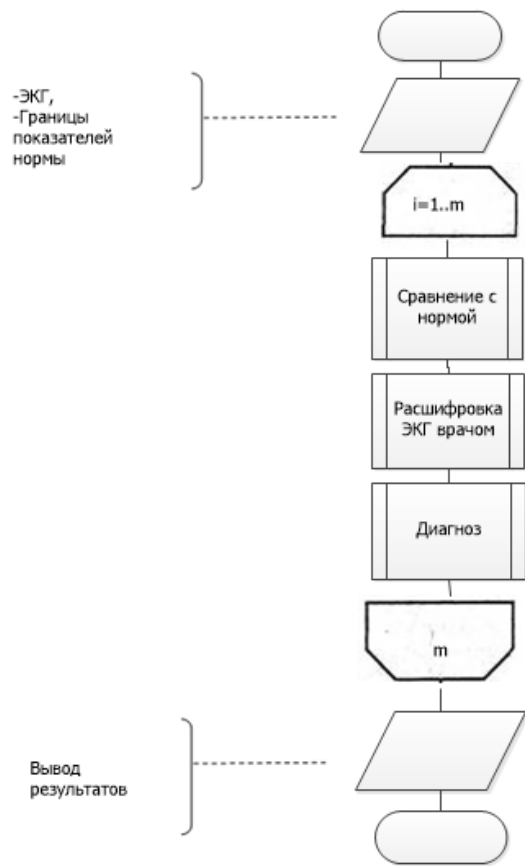


Рис.4 Алгоритм прототипного решения по анализу результата [1, 4]

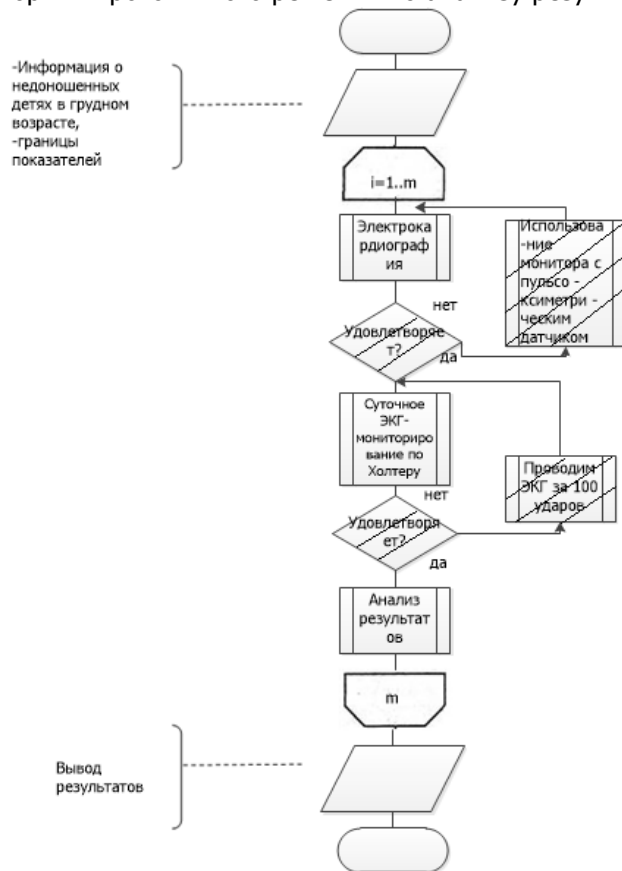


Рис.5 Алгоритм предлагаемого решения [4]

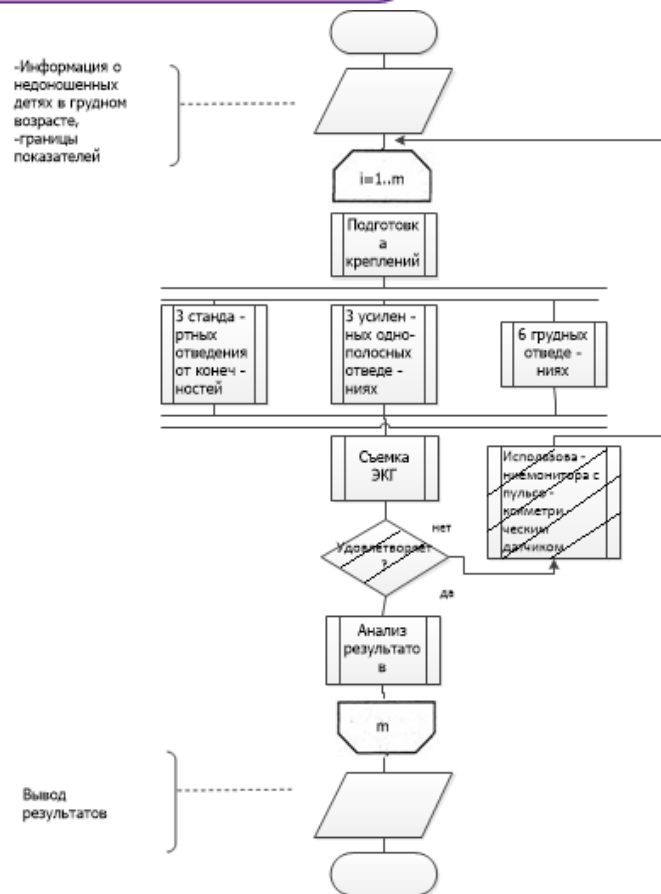


Рис.6 Алгоритм предлагаемого решения [1]

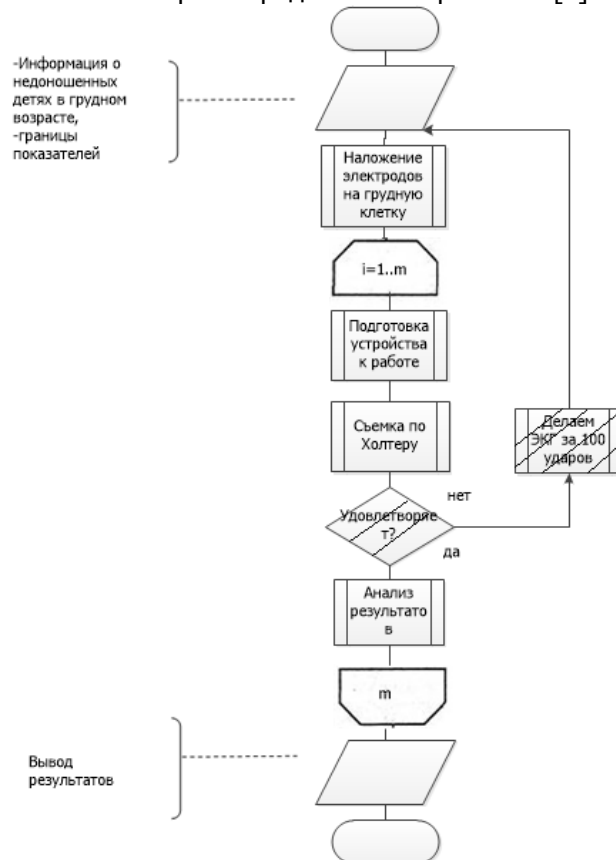


Рис.7 Алгоритм предлагаемого решения [4]

**Гипотезы о парировании критики**

В связи с малым весом ребенка мы должны минимизировать количество используемых датчиков, поэтому мы используем анестезиологический монитор Nellcor pulse oximeter, с пульсоксиметрическим датчиком. Кроме того все остальные датчики реовазографические, электрокардиографические могут находиться в зоне возможного оперативного вмешательства и затруднять доступ в зону операции. Основной задачей мониторинга по Холтеру является выявление эпизодов патологического сердечного ритма (экстрасистолии, фибрилляции предсердий, проходящие блокады проводящих путей сердца, эпизод ишемии), а не оценка вегетативного тонуса. Фонокардиограф позволяет исследовать пациента по системе Мааса-Вебера в том числе с регистрацией кардиоинтервалов. В нашем случае недостатком является большие размеры датчиков для регистрации фонокардиограммы и обязательным расположением датчика на грудной клетке с дополнительной фиксацией с резиновым бинтом держателем, что так же непригодно по причине сдавливания им грудной клетки. Ослабление бинта значительно ухудшит качество регистрируемых сигналов, а «нормальное» натяжение препятствует спонтанному дыханию маловесного недоношенного пациента. Применяемые в перечисленных аналогах методы предусматривают анализ не менее 500 кардиоинтервалов, что малоприспособно для оценки интетрационных событий. Модификация расчетов Баевского [1, 2] рассчитана на динамику событий на операции маловесных недоношенных детей. Модификация состоит в изменении количества кардиоинтервалов с 500 до 100 ударов с пересмотром расчетов [1, 2], что позволяет сделать метод кардиоинтервалографии более динамичным с одной стороны, и предать ему характер скрининга адекватности анестезии с другой стороны.

**Результаты**

1. Провели литературно-аналитический разбор аналогов и прототипов.
2. На языке блок-схем представлена алгоритмизация прототипных и предлагаемых решений.
3. Описаны гипотезы о парировании практики.
4. Предложен оригинальный способ регистрации сердечного ритма у маловесных и недоношенных детей.

**Выводы**

1. Для регистрации кардиоинтервалов у маловесных детей наиболее приспособлено представлять вариант пульсоксиметрии, так как для этого требуется один датчик, расположенный на любой конечности пациента.

2. Предлагаемый монитор дает четкий звук сигнала, регистрируемый компьютером.

3. Таким образом, обзор проблематики по этой теме и выявление путей их решения достаточно для перехода к моделированию.

Список литературы

1. Баевский. Р.М, Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р. М. Баевский, Иванов, Г. Г. Чирейкин, Л. В., Гаврилушкин, А. П., Довгалевский, П. // Вестник аритмологии. №24, 2001, С 65 – 87.
2. Баевский. Р.М., Иванов. Г.Г. «Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения»// Ультразвуковая и функциональная диагностика № 3, 2001.С 108 – 127.
3. Бурмистров А. Проверка сосудов с помощью реовазографии (РВГ) [Электронный ресурс] / <http://prososud.ru/profilaktika/reovazografiya.html>.
4. Долгова З.Р. Особенности перинатального анамнеза и variability сердечного ритма у недоношенных детей первого года жизни, рожденных с экстремально низкой массой тела и очень низкой массой тела // Вестник современной клинической медицины том 7, выпуск 6, 2014.С 20 – 26.
5. КиберПедия. Диагностический комплекс Валента и Сфера-4 [Электронный ресурс] / <https://cyberpedia.su/12xf141.html>.
6. Бурмистров А. Что такое фонокардиография сердца [Электронный ресурс] / <http://prososud.ru/profilaktika/fonokardiografiya-serdca.html>.

---

Куклина Виктория Олеговна – студентка кафедры технической физики ФГАОУ ВО УрФУ им. Первого президента России Б.Н. Ельцина, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19, тел +7 (343) 375-41-51, [vikasacha1996@inbox.ru](mailto:vikasacha1996@inbox.ru).