

## ЛИТЕРАТУРА

1. Цыб А.Ф., Древаль А.В., Гарбузов П.И. и др. Радиойодтерапия тиреотоксикоза: руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 160 с.
2. Матвеев А.В., Носковец Д.Ю. Фармакокинетическое моделирование и дозиметрическое планирование радиойодтерапии тиреотоксикоза // Вестник Омского университета. – 2014. – № 4. – С. 57-64.
3. Матвеев А.В., Носковец Д.Ю. Особенности дозиметрического планирования радиойодтерапии на основе фармакокинетического моделирования // Вестник Омского университета. – 2016. – № 3. – С. 74-83.

### ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗА ЖИЗНЕННО ВАЖНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ НОВОРОЖДЕННЫХ

*Х. М. Хассанин, О.Г. Берестнева, А.Л. Юмашева*  
(Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск)  
*e-mail: Hatem@tpu.ru*

### INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING, ESTIMATES AND FORECASTS THE MAIN VITAL PARAMETERS OF NEONATAL STATUS

*Hassanin Hatem Mohamed Abdel Maksoud, O.G. Berestneva, A.L. Yumasheva*  
*National Research Tomsk Polytechnic University (TPU), Tomsk*

**Abstract.** Certain categories of people, as well as newborn babies require constant monitoring signs of their life in hospitals or at home. The most common reason for this observation – apnea. Apnea – a condition accompanied by a lack of respiratory movements for more than 20 seconds. Caused by various factors such as the depletion of blood carbon dioxide caused by excessive ventilation, diseases such as bronchial asthma, various pulmonary diseases, snoring. This observation is particularly relevant for their newborn children. In the light of these provisions, the relevance of this work is evident and the need to address the information system for monitoring vital parameters, estimates and forecasts status of newborns as the problems of the complex. In order to observe these main basic parameters of life, we need a punctual device, which helps monitor newborns, on the one hand and, on the other hand to obtain a correct solution with respect to time in an emergency without the need for specialist or doctor. An artificial intelligence tool, which depends on machine learning, is the best modern method for this kind of information system.

**Keywords:** Apnea, phase-shifting circuit, heartbeat, human life, hypotension, physical inactivity, oliguria, hepatomegaly.

**Введение.** Нейронные сети – это одно из направлений исследований в области искусственного интеллекта, основанное на попытках воспроизвести нервную систему человека. Ученые изучают способность нервной системы обучаться и исправлять ошибки, что должно позволить смоделировать, хотя и достаточно грубо, работу человеческого мозга [1]. Информационная система контроля за жизненно важными параметрами, установленная в медицинской аппаратуре, относится к медицинским диагностическим приборам для исследования физиологических параметров новорожденного. Она может быть использована для продолжительного дистанционного бесконтактного мониторинга параметров жизнедеятельности новорожденного, таких как движение, дыхание и сердцебиение [2].

У новорожденных часто отмечается нарушение ритма дыхания, оно может быть неровным, поверхностным, ускоренным или замедленным, может происходить остановка дыхания [3].

Для уменьшения вероятности летальных исходов необходимо вести постоянный мониторинг новорожденного в режиме сна при помощи специальной информационной системы контроля за жизненно важными параметрами и в случае остановки дыхания оповещать ме-

дицинский персонал или родителей ребенка. Кроме того, такие устройства могут быть использованы в сомнологии для наблюдения за физической активностью ребенка во время сна.

Для осуществления такого мониторинга, существующие информационные системы контроля за жизненно важными параметрами можно разделить на два типа: контактные и дистанционные.

Контактные информационные системы обеспечивают наибольшую степень достоверности измерения. Наиболее распространены приборы, использующие сенсорные коврики, размещаемые под матрасом кровати [4].

Контактные приборы требуют особых условий расположения сенсора (жесткая ровная поверхность под матрасом) и кровати (вблизи несущих конструкций дома для минимизации внешних вибраций). Такие приборы основаны на определении механического давления на сенсоры и поэтому обладают высокой чувствительностью. Это приводит к тому, что датчики прибора улавливают вибрации от источников, находящихся за пределами комнаты, таких как громкая музыка, посудомоечная машина, вентиляторы. Зачастую такие приборы требуют настройки уровня чувствительности перед началом работы. Датчик, располагающийся под матрасом, требует обслуживания для предотвращения образования высокой влажности в месте его расположения.

Применение в качестве измерительного средства сверхширокополосного радара позволяет решить ряд задач, которые невозможно реализовать с помощью традиционных средств диагностики. Сверхширокополосные датчики обеспечивают неинвазивность измерений, вследствие чего исключается возможность инфицирования пациента во время измерений. Вместе с тем отпадает необходимость в использовании специально оборудованных лабораторий и высококвалифицированного персонала [5].

Недостатки: выходной сигнал датчика обладает малой информативностью вследствие возникновения «слепых» зон, в которых датчик не может одновременно измерять параметры дыхания и сердцебиения; применение датчика ограничивается фиксированным расстоянием между датчиком и пациентом; исключается применение датчика даже при незначительном перемещении исследуемого объекта; сложность и дороговизна реализации, предусматривающие наличие дорогостоящих комплектующих, таких как СВЧ-переключатели, СВЧ-усилители мощности, малошумящие СВЧ-усилители и т. д. Так же данное решение не имеет в своем составе родительский блок для оперативного оповещения о состоянии здоровья наблюдаемого. Все это отрицательно сказывается на потребительских свойствах при реализации предлагаемого решения [6, 7].

Задача данного исследования – создание устройства для бесконтактного дистанционного мониторинга жизнедеятельности человека с целью оповещения наблюдателей при наличии признаков угрозы жизни и здоровью наблюдаемого. Техническим результатом изобретения является повышение надежности регистрации сигнала, вызванного движением тела новорожденного.

Технический результат достигается тем, что в устройство с информационной системой для дистанционного бесконтактного мониторинга параметров жизнедеятельности человека, содержащее измерительный модуль с блоком обработки сигнала и родительский блок (с отображением информации), причем измерительный модуль выполнен в виде передающего канала и двух независимых приемных каналов, приемные антенны которых, пространственно разнесенные относительно друг друга, связаны соответственно с последовательно соединенными фазовым детектором, полосовым фильтром и усилителем, выходы которых подключены соответственно к входам аналого-цифрового преобразователя, передающий канал реализован в виде последовательно соединенных формирователя коротких импульсов, СВЧ-генератора зондирующих сигналов и передающей антенны, а вторые входы фазовых детекторов первого и второго приемных каналов связаны соответственно через направленные ответвители с выходами СВЧ-генератора зондирующих сигналов передающего канала, кроме того, блок обработки сигнала выполнен на микроконтроллере, входы и выходы кото-

рого подключены соответственно к выходу аналого-цифрового преобразователя и входу формирователя коротких импульсов, как и шинами связи соответственно с входами-выходами первого радио трансивера, первой энергонезависимой памятью и системой контроля заряда, причем выход первого радио трансивера соединен с приемо-передающей антенной первого радио трансивера, а соответствующие входы-выходы системы контроля заряда связаны соответственно с перезаряжаемым аккумулятором и портом USB, в свою очередь родительский блок реализован на втором радио трансивере, входы-выходы которого подключены соответственно к приемо-передающей антенне второго радио трансивера, второй энергонезависимой памяти, дисплею на органических светодиодах, кнопкам, зуммеру, вибратору и стабилизатору с малым падением напряжения, соответствующий вход которого соединен с электрической батареей.

Функции измерительного модуля [8]:

1. Измерение параметров жизнедеятельности человека.
2. Передача результатов измерения на родительский блок.
3. Постоянная запись результатов измерения во внутреннюю энергонезависимую память, либо на вставляемую в специальный разъем карту памяти.

Функции родительского блока:

1. Оповещение о результатах измерения параметров жизнедеятельности с помощью дисплея, зуммера и вибратора.
2. Настройка работы измерительного модуля с блоком обработки сигнала и родительского блока (с отображением информации) через пользовательское меню.
3. Контроль за состоянием работы устройства (уровень разряда батарей, уровень сигнала линии радиосвязи).

Обмен информации между модулями осуществляется с помощью линии цифровой радиосвязи в не лицензируемом диапазоне частот ISM.

Оценку выраженности каждого органа и системы организма производят в баллах от 0 до 2. Причем, оценивая ЦНС, 0 баллов присваивают при наличии нормальных рефлексов, нормальном мышечном тоне новорожденного, 1 балл – при мышечной гипотонии, гиподинамии, гипорефлексии, вялой реакции на осмотр, 2 балла – при отсутствии сознания, мышечной атонии, адинамии, арефлексии; оценивая дыхательную систему, 0 баллов присваивают, если новорожденный обходится без кислорода, 1 балл присваивают, если новорожденный нуждается в кислороде через кислородную маску или носовой катетер, 2 балла присваивают, если новорожденный нуждается в искусственной вентиляции легких или находится на спонтанном дыхании с повышенным давлением на выдохе через носовые канюли или интубационную трубку; оценивая сердечно-сосудистую систему, 0 баллов присваивают при наличии нормальной ЧСС, нормальном АД, 1 балл – при умеренной тахикардии (160-170 уд. в мин), 2 балла – при выраженной брадикардии (<100 уд. в мин) или тахикардии (>170 уд. в мин), артериальной гипотонии; оценивая печень, присваивают 0 баллов, если она не увеличена, 1 балл – при увеличении печени менее 2 см, 2 балла – при увеличении печени более 2 см; оценивая мочевыделительную систему, 0 баллов присваивают при наличии нормального почасового диуреза, 1 балл – при олигоурии, 2 балла – при анурии, гематурии; оценивая кожу, 0 баллов соответствует норме, 1 балл присваивают при умеренной бледности с периоральным и акроцианозом, 2 балла – при выраженной желтухе, выраженной бледности, цианозе, кровоизлиянии диапедезного характера; оценивая температуру тела, 0 баллов присваивают при наличии нормальной температуры тела (36,5-37,2°C), 1 балл – при умеренной гипотермии (36,4-36,0°C), 2 балла – при гипертермии (>37,2°C) или выраженной гипотермии (ниже 36,0°C) [9].

Количественная оценка тяжести состояния больного необходима не только для прогноза и риска летального исхода, но и для оптимизации интенсивной терапии [10].

Задачей информационной системы контроля за жизненно важными параметрами является создание простого, быстрого и эффективного способа оценки тяжести состояния не-

доношенного новорожденного путем определения тяжести состояния его органов и систем, оценки выраженности нарушений их функций и динамики состояния в процессе лечения. Задача достигается тем, что при помощи информационной системы производят оценку тяжести состояния недоношенных новорожденных в баллах в зависимости от результата клинических исследований основных органов и систем организма относительно существующих нормативных параметров. Нормативные параметры группируют по семи основным органам и системам организма, при этом оценку выраженности нарушений каждого органа и системы производят в баллах от 0 до 2. Определяют степень тяжести состояния недоношенного новорожденного по формуле:  $q_1+q_2+q_3+q_4+q_5+q_6+q_7=Q$ , где  $Q$  – суммарный балл,  $q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7$  – количество баллов по каждой из семи исследуемых систем и органов.

При этом, если величина  $Q$  суммарного балла принимает значения от 1 до 2 – это свидетельствует о состоянии средней степени тяжести, от 3 до 5 – это свидетельствует о тяжелом состоянии недоношенного новорожденного, если величина суммарного балла принимает значения от 6 до 9 – это свидетельствует об очень тяжелом состоянии недоношенного новорожденного, если величина суммарного балла принимает значения от 10 до 14 – это свидетельствует о крайне тяжелом состоянии недоношенного новорожденного. На основе многолетнего практического опыта учеными разработана система оценки состояния недоношенного новорожденного при помощи данных информационной системы контроля за жизненно важными параметрами. Она включает параметры, разбитые на группы, определяющие состояние семи основных органов и систем организма: центральная нервная система (ЦНС), обозначенная сокращенно  $q_1$ , дыхательная –  $q_2$ , сердечно-сосудистая –  $q_3$ , мочевыделительная –  $q_4$ , печень –  $q_5$ , состояние кожных покровов –  $q_6$  и температура тела –  $q_7$ . Каждая из оцениваемых систем и органов оценивается в баллах от 0 до 2. Максимальная сумма баллов, обозначенная как  $Q$ , составляет 14 баллов. Степень тяжести состояния недоношенного новорожденного, выраженная в баллах, отражена в таблице 1. Для оценки состояния каждого недоношенного новорожденного в течение всего процесса лечения ведут ежедневный протокол динамики состояния в информационной системе контроля за жизненно важными параметрами [11].

Таблица 1. Степень тяжести состояния недоношенного новорожденного, выраженная в баллах

Суммарный бал (Q)	Степень тяжести общего состояния
1-2	Средней тяжести
3-5	Тяжелое
6-9	Очень тяжелое
10-14	Крайне тяжелое

Таким образом, информационная система контроля позволяет определить изменение какого-либо отдельного жизненно важного параметра новорожденного, а также состояние различных систем организма, что в свою очередь, позволяет воздействовать на конкретную систему более оперативно.

### **Заключение**

Информационная система контроля за жизненно важными параметрами для дистанционного бесконтактного мониторинга параметров жизнедеятельности новорожденного содержит измерительный модуль с блоком обработки сигнала и родительский блок, причем измерительный модуль выполнен в виде передающего канала и двух независимых приемных каналов, приемные антенны которых, пространственно разнесенные относительно друг друга, связаны соответственно с последовательно соединенными фазовым детектором, полосовым фильтром и усилителем, выходы которых подключены соответственно к входам аналого-цифрового преобразователя.

Таким образом, при поступлении недоношенного новорожденного в отделение в течение нескольких минут при помощи информационной системы контроля за жизненно важ-

ными параметрами врач объективно оценивает тяжесть его состояния и назначает соответствующие обследования и лечение.

В последующий период ежедневно оценивает состояние ребенка и ведет протокол динамики состояния в баллах, в зависимости от выявления наиболее уязвимых систем своевременно и адекватно корректирует назначенную терапию.

Благодаря динамическому наблюдению за состоянием недоношенного новорожденного врач может предположить прогноз исхода заболевания.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №15-07-08922.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаков, В. И. Роль новых медицинских технологий в акушерстве, гинекологии и перинатологии / В. И. Кулаков, В. А. Голубев // Акушерство и гинекология 2011: – № 2. – С. 3.
2. Варлатая М.В., Шаханов С.К. Предмет и задачи программно-аппаратной защиты информации // С.К. Шаханов, М.В. Варлатая Аппаратно-программные средства и методы защиты информации: Учебное пособие – Владивосток: ДВГТУ, 2009. – С. 7.
3. Боровиков, В. П. STATISTIC A. Искусство анализа данных на компьютере / В. П. Боровиков. СПб.: Питер, 2013. – С. 31.
4. Папонов В. Д. Мониторинг новорожденных детей по маркерам общей патологии в системе охраны здоровья матери и ребенка / В. Д. Папонов, В. В. Папонов, И. Г. Михеева и др. // Мать и Дитя: материалы VII Российского форума. – М., 2011.-С. 583.
5. Chaouat, G. Innately moving away from the Th1/Th2 paradigm in pregnancy / G. Chaouat // Clin. Exp. Immunol. 2013. – Vol. 131. – P. 393.
6. Протасов С.И. Методы и алгоритмы анализа, передачи и визуализации данных в системах компьютерного стереозрения/ С.И.Протасов. Автореф. Дисс.канд.техн. наук – Воронеж, 2013. – С. 12.
7. Астахова И.Ф. Современные проблемы искусственного интеллекта / И.Ф. Астахова, К.В. Петров, В.А. Мищенко //Современные методы теории краевых задач: Мат-лы Воронежской мат. школы «Понтягинские чтения». Воронеж: ВГУ, 2010. – С. 10.
8. Мищенко В.А. Обучение искусственных нейронных сетей / В.А. Мищенко // Современные проблемы науки и образования. – Воронеж: ВГПУ, 2009. № 6. – С. 9.
9. Elmquist, J. K. Leptin activates neurons in ventrobasal hypothalamus and brainstem / Ji K. Elmquist; R S: Ahima; Mi E. Flier // J. Endocrinol: 2012. – Vol. 138 (2).-P. 839.
10. Ткаченко, Л. В. Алгоритм выявления факторов риска для формирования репродуктивной функции женщин / Л. В. Ткаченко // Мать и Дитя: материалы VI Российского форума. М., 2010. – С. 52.
11. Князев, Ю. А. Гормонально-метаболические диагностические параметры: справочник / Ю. А. Князев, В. А. Беспалова. – М., 2010. – С. 15.
12. Барашнев, Ю. И. Актуальные проблемы перинатальной патологии новорожденных детей / Ю. И. Барашнев // Мать и Дитя: материалы 8-го Всероссийского научного форума. – М., 2012. – С. 77.