

## АППАРАТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПЛОДА

*Мешкова К.Е.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: Давыдов М.В. – к. т. н., доцент*

**Аннотация.** Рассматриваются основные методы и способы оценки состояния плода в период формирования в утробе матери. Приводятся примеры аппаратных реализаций с описанием технических характеристик и особенностей производства и эксплуатации.

**Ключевые слова:** состояние плода, аппарат, исследования, гинекология

**Введение.** Состояние плода в утробе контролируется в период всей беременности и процесса родов. Многообразие методов и способов оценки плода позволяет врачам следить за развитием плода, оценивать его здоровье и реагировать на любые отклонения от нормы. В статье автор приводит основные способы контроля параметров плода в утробе и их аппаратную реализацию.

**Основная часть.** Использование постоянной электронной регистрации сердцебиения плода является наиболее признанным и простым способом определения состояния плода [1]. Данный метод оценки состояния плода применяется в период беременности с 30-й недели и непосредственно во время родов. Метод сокращенно называется кардиотокография (КТГ).

Для диагностики состояния матери и плода на протяжении всего периода беременности используется фетальный монитор ВТ-350 LCD (Bistos, Корея) с анализом КТГ [2]. Кардиотокограф позволяет одновременно снимать частоту сердечных сокращений плода (кардиотохограмма), ЭКГ плода с одновременной регистрацией сократительной деятельности матки (токограмма) и двигательной активности плода (актограмма). Аппарат автоматически определяет одноплодную и двухплодную беременности на имеющемся диапазоне значений сердцебиения плода 30-240 уд./мин. Маленький вес позволяет использовать в условиях стационара, женских консультациях, так и в машинах скорой медицинской помощи.

Прибор СОНОМЕД 200 выполняет запись сердечной деятельности и двигательной активности плода, сократительной деятельности матки при сопровождении беременности и в родах [3]. Прибор работает на трех диапазонах регистраций (30-210, 30-240, 30-300), что делает его использование наиболее удобным. Однако, по сравнению с вышеописанным аппаратом имеет недостаток в размерах и весе.

Некоторые авторы отмечают высокую частоту ложноотрицательных и ложноположительных заключений, частота которых может достигать от 20 до 90% [4]. Кривая КТГ не позволяет судить о сатурации кислорода в крови плода, газовом составе крови или изменениях рН. Подобные записи без дополнительных диагностических тестов зачастую приводят к тому, что роды разрешаются кесаревым сечением. Поэтому данный метод не является высокоточным для постановки диагноза без проведения дополнительных исследований и контроля состояния беременной.

Сканирование посредством ультразвука – это один из методов оценки состояния женщины и ее будущего ребенка, а также выявление возможных отклонений от нормы. Ультразвуковая диагностика позволяет подтвердить факт беременности, получить данные о формировании плода, строении матки и придатков, а также о состоянии плаценты, пуповины, околоплодных вод.

Все ультразвуковые системы состоят из функциональных блоков: интерфейс, серверная часть и система электропитания [5]. Интерфейс включает функции обработки

аналогового сигнала преобразователя, серверная часть включает пользовательский интерфейс и системную связь с системами DICOM (обработка, хранение, передача и визуализация медицинских изображений). В УЗИ-Аппарат Voluson E10 BT21 интерфейс включает плату управления зондом, плату датчика, интерфейсную программируемую логическую интегральную схему (ПЛИС) на плате RFM. Схема на плате RFM предоставляют возможность программировать логику и функциональность на уровне аппаратного обеспечения, что позволяет адаптировать плату RFM под различные потребности и задачи с высокой производительностью. Однако производство устройств на такой плате дороже и требует тщательного проектирования. В УЗИ-аппарате плата RFM предоставляет следующие функции: предварительная обработка данных УЗИ; система управления зондом; управление двигателем. Устройство интерфейса представлено на рисунке 1.

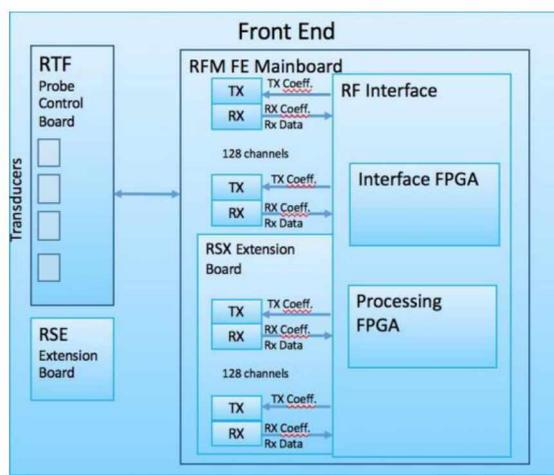


Рисунок 1 – Интерфейс УЗИ-Аппарат Voluson E10 BT21

Плата управления зондом (RTF) распознает различные типы зондов и переключается между разъемами зондов (3 DLP-разъем, 1 CW-разъем) по мере необходимости. Плата содержит: 1 разъем CW-зонда, 3 408-контактных разъема для зондирования, 1 408-контактный разъем для фиктивного зонда и реле выбора зонда.

Плата датчика RSE - Pencil предназначена для подключения CW-карандашных зондов. Карандашные доплеровские датчики используют в своей работе только лишь режим непрерывно-волнового CW-доплера. Датчики используют для исследований крупных артерий и вен конечностей, шеи, а также сердца.

При задержке развития плода назначается дополнительная диагностика (оценка кровотока в сосудах матки, эмбриона и пуповины) с помощью ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) [6]. Для обследования используется такой же ультразвук, как и при обычном ультразвуковом исследовании. Отличие заключается в датчике, работающем на основе эффекта Доплера, и интерпретации полученных данных. При исследовании фиксируются ультразвуковые волны, отраженные не от статических тканей, а от подвижных объектов – клеток крови, в результате чего частота отраженных лучей сильно изменяется в сравнении с изучаемыми.

На протяжении всего сосуда скорость кровотока меняется не сильно, но в зависимости от угла падения луча датчика на сосуд на экране аппарата может не отображаться спектральная кривая. Данное объясняется при анализе уравнения Доплера, в котором зафиксирован косинус угла между лучом и сосудом. Во время работы с датчиком необходимо подбирать наиболее лучший угол для оценки кровотока.

Аппарат Voluson E10 BT21 позволяет проводить цветное доплеровское картирование кровотока. В комплекте к аппарату идут импульсно-волновой, энергетический,

тканевый доплеры. Кроме этого, импульсно-волновой доплер работает в высокочастотном режиме и имеет возможность изменения доплеровского угла.

В домашних условиях для оценки состояния плода используется модель Contec Sonoline для обнаружения сердечного ритма с 8 недели беременности. Ранняя диагностика возможна благодаря высокой частоте ультразвука порядка 3 МГц [7]. Наличие трех режимов работы позволяет измерять частоту сердечных сокращений в режиме реального времени, ручного режима и измерять средний показатель. Наиболее компактным устройством является фетальный доплер также фирмы Contec Baby Sound B. Однако такой доплер уступает вышерассмотренному в частоте около 2 МГц. При разработке доплеров учитывается расположение зонда измерения: выносной зонд позволяет лучше контактировать с кожей и тем самым предоставляет более точные показания, чем встроенный зонд.

**Заключение.** Электронная регистрация сердцебиения плода и сканирование посредством ультразвука с применением дополнительной диагностики – датчика Доплера широко используются для оценки состояния плода. Аппараты и устройства, приведенные автором, позволяют оценить здоровье плода в утробе матери с высокой скоростью и точностью в стационарном и домашнем режиме.

### Список литературы

1. Коган, И.Ю., Полянин А.А., Павлова Н.Г. "Оценка функционального состояния плода при беременности и в родах. Журнал акушерства и женских болезней 52.2 (2003).
2. Фетальный монитор ВТ 350L (Bistos, Корея) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.farm-invest.ru/>. Дата доступа: 20.11.2023.
3. Спектрмед СОНОМЕД 200 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://permedcom.ru/>. Дата доступа: 23.01.2024.
4. Rising trend and indications of caesarean section at the university of Maiduguri teaching hospital, Nigeria / A.D. Geidam, B.M. Audi, B.M. Kawiwa, J.Y. Obed // Ann. Afr. Med. 2009. Vol. 8, №2. P. 127-132 31
5. GE Voluson E10 Ultrasound Training Manual [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cardomedical.com/>. Дата доступа: 18.01.2023.
6. Допплерометрия плода выявляет патологии кровотока при беременности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://medcentr-diana-spb.ru/>. Дата доступа: 18.01.2023.
7. Фетальный доплер Contec Sonoline B [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vsepeparii.ru/>. Дата доступа: 20.01.2023.

UDC 616 – 04.45

## DEVICES FOR ASSESSING THE CONDITION OF THE FETAL

*Meshkova K.E.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Davydov M.V. – Cand. of Sci., assistant professor*

**Annotation.** The main methods and methods for assessing the condition of the fetus during the period of formation in the womb are considered. Examples of hardware implementations are given with a description of technical characteristics and features of production and operation.

**Keywords:** fetal condition, apparatus, research, gynecology