

2. Фролова, М. С. Системы поддержки принятия решений для задач оснащения лечебных учреждений медицинской техникой / М. С. Фролова, С. В. Фролов, И. А. Толстухин // *Вопр. соврем. науки и практики*. – 2014. – Вып. 52. – С. 106–111.
3. Фролов, С. В. Объектно-ориентированная декомпозиция информационной модели изделий медицинской техники / С. В. Фролов, М. С. Фролова // *Позн. альм.* – 2016. – № 2. – С. 112–117.
4. Интеграция медицинской техники в информационную систему лечебно-профилактического учреждения / Фролова М. С. [и др.] // *Вопр. соврем. науки и практики*. – 2014. – № 3 (53). – С. 68–80.

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ПЛОДА С АБДОМИНАЛЬНОГО ОТВЕДЕНИЯ

А. Р. Аветисян, Я. И. Шнякина

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет», Российская Федерация

Научный руководитель Т. А. Фролова

Представлена реализация цифровой обработки электрокардиограммы плода с одного из абдоминальных отведений в программной среде MATLAB, выделены основные составляющие сигнала и разработан автоматический метод расчета частоты сердечных сокращений матери и плода.

Ключевые слова: ЭКГ плода, цифровая обработка, моделирование сигнала, электрокардиограмма, обработка в MATLAB.

Первая запись электрокардиограммы (ЭКГ) плода неинвазивным способом была осуществлена в 1906 г. немецким акушером-гинекологом М. Кремером при помощи струнного гальванометра. Пациентке подключили два электрода, один из которых был приложен на переднюю брюшную стенку, а второй – трансвагинально к шейке матки. Однако качественных результатов, позволяющих провести анализ комплекса QRS плода до 50-х гг. получить не удавалось.

При одном абдоминальном отведении через переднюю брюшную стенку матери электрокардиограмма плода чаще всего будет состоять только из желудочкового комплекса, который характеризуют ход распространения электрического возбуждения по миокардам желудочков (комплекс QRS) [4–8]. Регистрируемый сигнал в данном случае представляет собой ЭКГ матери, который совмещен с кардиограммой плода, что затрудняет выявление основных составляющих сигнала и вычисление необходимых показателей (рис. 1).

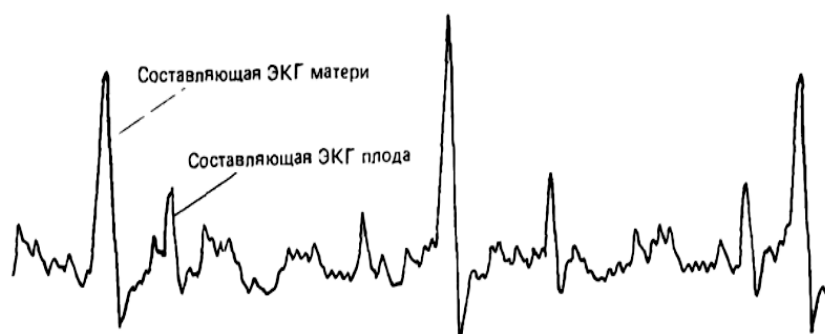


Рис. 1. Пример сигнала ЭКГ плода

Использование цифровых методов обработки сигнала и применение основ математического моделирования позволяют выделить наиболее важные для диагностики параметры и компоненты. Из базы данных различных медицинских сигналов был взят сигнал неинвазивной ЭКГ плода с абдоминального отведения, представленный на рис. 2 [1].

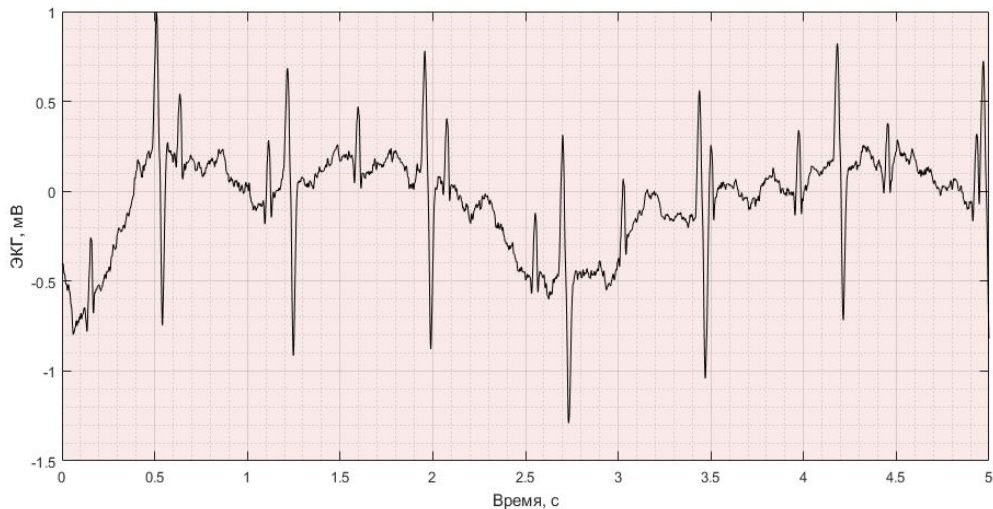


Рис. 2. ЭКГ плода с абдоминального отведения

При визуальном анализе сигнала заметны дрейф нулевой линии (обусловлен дыханием пациента – матери) и высокочастотные шумы, что затрудняет оценку результатов диагностики врачом-специалистом. Для устранения неинформативных составляющих был разработан алгоритм в среде MATLAB, результат которого приведен на рис. 3 [2].

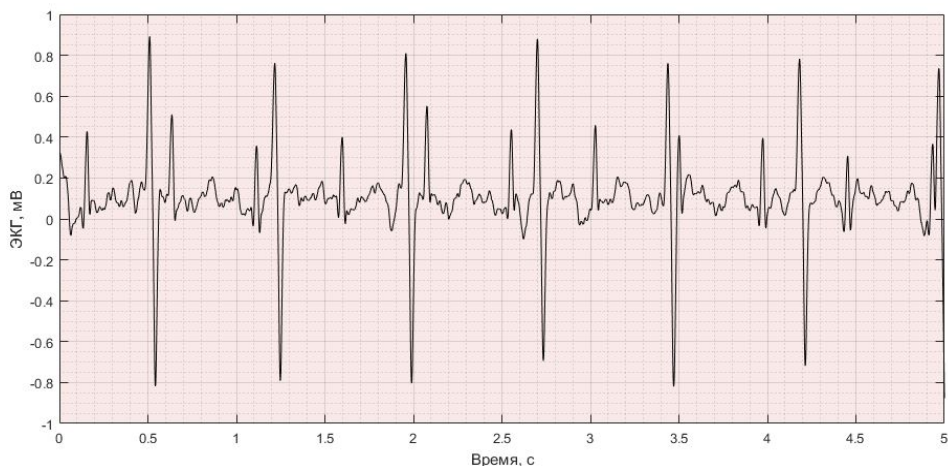


Рис. 3. ЭКГ плода с абдоминального отведения после обработки

Для автоматического определения пиков QRS комплекса ЭКГ плода и вычисления частоты сердечных сокращений внесём необходимые дополнения в алгоритм программы (также и для составляющих сигнала ЭКГ матери). Результат представлен на рис. 4 [3].

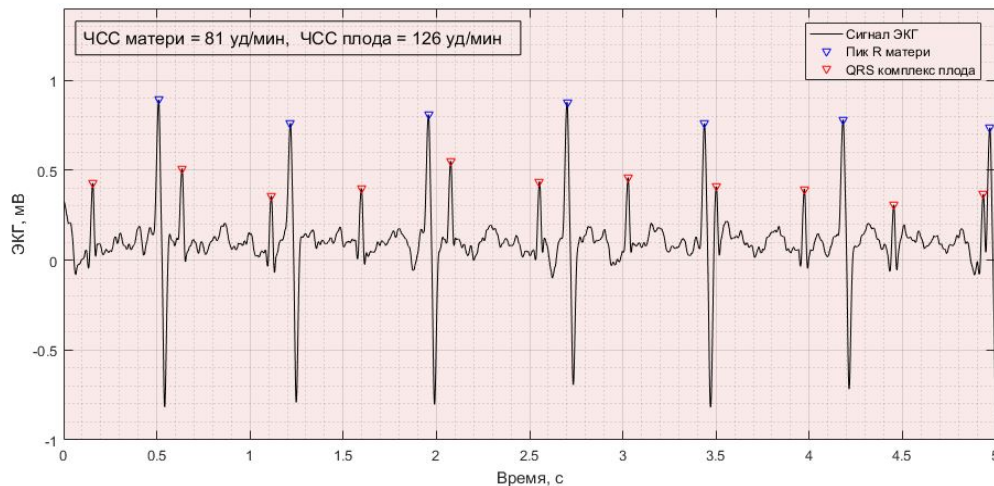


Рис. 4. Результат обработки ЭКГ плода с абдоминального отведения после дополнений

Таким образом, посторонние помехи были устранены, а результат автоматической обработки представляет собой только информативную часть исходного сигнала, необходимую для дальнейшего анализа. Внедрение новых алгоритмов анализа и фильтрации в оснащение аппаратуры для ЭКГ позволит повысить качество и точность диагностики, а также эффективность рабочих процессов.

Список литературы

1. PhysioBankATM. Режим доступа: <https://archive.physionet.org/cgi-bin/atm/ATM>. – Дата доступа: 01.12.2021.
2. Рангайян, Р. М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход : учеб. пособие / пер. с англ. под ред. А. П. Немирко. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 440 с.
3. Pan, J. A Real-Time QRS Detection Algorithm / J. Pan, W. J. Tompkins // Transactions on biomedical engineering. – 1985. – P. 230–236.
4. Frolov, S. V. Neural Network Control of Environmental Parameters in Neonatal Incubators / S. V. Frolov [et al.] // Proceedings of 2023 4th International Conference on Neural Networks and Neurotechnologies, NeuroNT, 2023. – Pp. 21–24. EID: 2-s2.0-85166645652. DOI: 10.1109/NeuroNT58640.2023.10175837.
5. Optical Coherence Elastography of Human Blood Vessel Walls and their Phantoms / A. Y. Potlov [et al.] // Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Electrical Engineering and Photonics, EExPolytech 2020, – art. No. 9243950. – P. 251–254. EID: 2-s2.0-85096930061. DOI: 10.1109/EExPolytech50912.2020.9243950
6. Korobov, A. A. Dual-contoured model of cardiovascular system regulation / A. A. Korobov [et al.] // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – Vol. 1553 (1), art. No. 012006. EID: 2-s2.0-85086376034. DOI: 10.1088/1742-6596/1553/1/012006
7. Современное состояние и тенденции в области исследований и разработок неонатальных инкубаторов / С. В. Фролов [и др.] // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – № 11 (4). – Режим доступа: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1473>. DOI: 10.26102/2310-6018/2023.43.4.016
8. Фролов, С. В. Система поддержки принятия врачебных решений в кардиологии на основе цифрового двойника сердечно-сосудистой системы / С. В. Фролов, А. А. Коробов, А. Н. Ветров // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2023. – Т. 11 (1). – Режим доступа: <https://moitvvt.ru/ru/journal/pdf?id=1308>. DOI: 10.26102/2310-6018/2023.40.1.007