

УДК 654.9; 615.8

## НЕЧЕТКАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ QRS-КОМПЛЕКСА ЭКГ В ТЕЛЕМЕДИЦИНЕ

К. т. н. М. А. Шишкин, к. т. н. К. В. Колесник

НТУ «Харьковский политехнический институт»

Украина, г. Харьков

kolesniknet@ukr.net

Одной из проблем анализа электрокардиограмм является определение параметров QRS-комплекса. Особенно актуальным это становится в случае зашумленности кардиосигнала, что особенно часто происходит в условиях функционирования телемедицинских систем. В работе предлагается нечеткий (Fuzzy) алгоритм определения этих параметров, а также принципы его реализации.

Ключевые слова: телемедицина, QRS-комплекс, электрокардиограмма, нечеткий алгоритм, контроллер.

Электрокардиограмма (ЭКГ) является наиболее распространенным способом определения дисфункций сердечной деятельности. Практически все телемедицинские комплексы обладают возможностью получения и обработки ЭКГ.

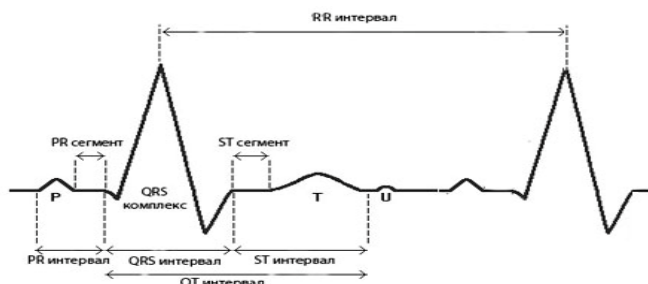


Рис.1. Типичный ЭКГ-сигнал

Однако сложность формы ЭКГ для ее математического анализа до сих пор дает почву для исследований с целью улучшения методов фильтрации, сжатия и идентификации параметров [1]. На рис. 1 представлен типичный сигнал ЭКГ. Он состоит из нескольких комплексов: P-комплекс, QRS-комплекс, T- и U-комплексы. Доминирующим компонентом является QRS-комплекс, указывающий на электрическую деполяризацию желудочке сердца [2]. В случае зашумленности сигнала или недостаточной амплитуды R зубца при нормальной длительности, определение

параметров QRS может быть неточным при использовании традиционных методов [3]. Предлагаемая система с использованием нечеткого регулятора дает возможность учесть такие особенности ЭКГ-сигнала, как величина R-R-интервала, продолжительность и амплитуда импульса для определения параметров QRS.

Целью работы является разработка системы на базе нечеткого регулятора, позволяющей увеличить точность определения параметров QRS-комплекса за счет адаптивной подстройки в условиях варибельности ЭКГ-сигнала и при наличии помех.

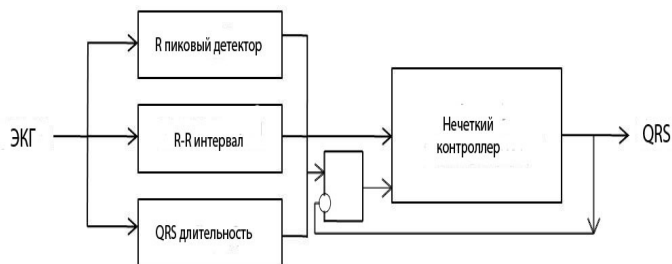


Рис. 2. Структура нечеткой системы

На рис. 2 представлена структура предлагаемой системы определения параметров QRS-комплекса. На вход нечеткого контроллера подаются сигналы с R-пикового детектора, детектора R-R-интервала и детектора длительности QRS. Кроме того, в качестве еще одного входного сигнала нечеткого контроллера используется разностный сигнал детектора длительности QRS и выхода системы, представляющий собой

обратную связь для коррекции процесса синхронизации. На основании этих данных нечеткий кон-

троллер принимает решение об истинности принадлежности данного сигнала *QRS*-комплексу.

Таким образом, нечеткий контроллер имеет четыре входных и один выходной сигнал. Функция



а) входная  
б) выходная  
Рис. 3. Внешний вид функций принадлежности

принадлежности для каждого из входных сигналов представляют собой два трапецидальных нормированных термина, отображающих состояние лингвистических нечетких переменных «Small» и «Large». Выходной сигнал определяется функцией принадлежности из пяти треугольных нормированных термов, соответствующих лингвистическим переменным «Низкий» (Low), «Нормальный» (Norm), «Высокий» (Big), «Очень высокий» (VBig), «Сверхвысокий» (VVBig). Внешний вид функций принадлежности представлен на рис. 3. Моделирование производилось в пакете FuzzyTech 5.5 [4].

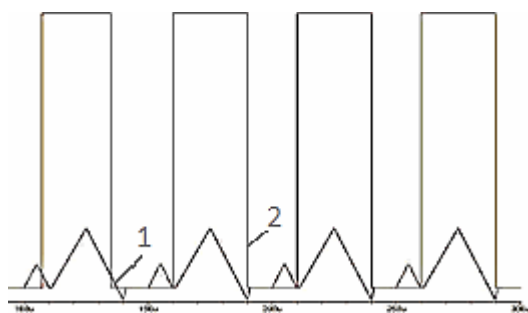


Рис. 4. Результаты моделирования

Результаты моделирования показали точность определения *QRS*-комплекса в условиях помехи. Интервал синхронизации предлагаемой системы составляет примерно 3—5 кардиоциклов, необходимых для накопления информации о вариабельности *R-R*-интервала. Как видно из рис. 4, совпадение кривой кардиограммы (1) и импульса реакции системы (2), соответствующего *QRS*-комплексу, наступает на третьем кардиоцикле.

Таким образом, разработанная система позволяет увеличить точность определения параметров *QRS*-комплекса в условиях вариабельности ЭКГ-сигнала и при наличии помех.

Таким образом, разработанная система позволяет увеличить точность определения параметров *QRS*-комплекса в условиях вариабельности ЭКГ-сигнала и при наличии помех.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Шишкин М. А, Колесник К. В. Сравнительная оценка методов сжатия ЭКГ-сигналов для задач телемедицины // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2014 р. – № 36(1079). – С 87–90.
2. Dale Dublin. Rapid Interpretation of EKG McGraw-Hill, 2000.
3. Friesen G. M., Jannett T. C., Jadallah M. A., Yates S. L. A comparison of the noise sensitivity of nine QRS detection algorithms. – IEEE Trans. Biomed. Eng. – 1990. – Vol. BME-37. – P. 85–98.
4. Constantin von Altrock. Fuzzy Logic and NeuroFuzzy Applications Explained. – Prentice Hall, 1995.

M. A. Shishkin, K. V. Kolesnik.

#### Fuzzy system to determine the QRS - ECG complexes in telemedicine.

One of the problems of electrocardiogram analysis is to determine the parameters of the QRS-complex. This is especially significant in the case if cardio signal becomes noisy, which often occurs during telemedicine systems operation. The authors present a fuzzy system for determining these parameters and the principles of implementation of such system.

Keywords: telemedicine, QRS-complex, electrocardiogram, fuzzy controller.