

Предложенный подход позволит усовершенствовать существующие методики диагностики, а также может быть полезным при разработке новых методик измерения медико-биологических параметров объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Попечителев Е.П.* Методы медико-биологических исследований. Системные аспекты: Учебн. пособие. – Житомир: ЖИТИ, 1997. – 186 с.
2. *Истомина Т.В., Киреев А.В., Истомина Е.В.* Особенности измерения и интерпретации параметров ПЭС биологических объектов // Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации: труды Международной научно-технической конференции (Россия, г. Пенза, 22-24 октября 2008 г.) Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ, 2008. – 174 с.
3. *Слаев В.А., Чуновкина А.Г., Чурсин А.В.* Повышение качества измерений планированием измерительной процедуры // Измерительная техника. – 1999. – № 10. – С. 9-13.
4. *Истомина Т.В., Ординарцева Н.П.* Вопросы метрологии в задачах медико-биологической диагностики // Известия ЮГУ. Технические науки. – 2009. – № 10 (99). – С. 44-48.

Истомина Татьяна Викторовна

Пензенская государственная технологическая академия.
E-mail: istom@mail.ru.
440605, г. Пенза, проезд Байдукова, ул. Гагарина, д. 1а/11.
Тел.: 8841496155.

Ординарцева Наталья Павловна

Пензенский государственный университет.
E-mail: nat@rclink.ru.
440026, г. Пенза, ул. Красная, 40.
Тел.: 88412368233.

Istomina Tatiana Viktorovna

Penza State Technological Academy.
E-mail: istom@mail.ru.
1a/11. Gagarina street, Bajdukova tr., Penza, 440605, Russia.
Phone: +7841496155.

Ordinartseva Natalia Pavlovna

Penza State University.
E-mail: nat@rclink.ru.
40, Krasnaya street, Penza, 440026, Russia.
Phone: +78412368233.

УДК 615. 47

Т.В. Истомина, Е.А. Шамин

ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ НЕЧЕТКОГО АЛГОРИТМА ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ УЧАСТКОВ КАРДИОСИГНАЛА

Дано описание алгоритма анализа сердечного сокращения с элементами адаптации к уровню низкочастотных помех посредством системы управления, основанной по нечеткой логике. Дано описание проблемной области. Доказан выбор прикладного устройства, которое позволило достичь необходимого уровня адаптации к уровню отклонения изоляции. Описан двухэтапный алгоритм поиска информационного сердечного сокращения участка электрокардиосигнала.

Аппарат нечеткой логики; электрокардиосигнал; двухэтапный алгоритм.

T.V. Istomina, E.A. Shamin

ADVANTAGES OF APPLICATION OF FUZZY DETECTION ALGORITHM OF INFORMATION SITES HEARTBEAT

In this article describe a heartbeat analysis algorithm with elements of adaptation to level of low-frequency hindrances by means of a control system based on the fuzzy logic. The description of problem area is given. The choice of the applied device which has allowed to achieve the necessary level of adaptation to level of drift of an isoline is proved. It is described two-stage algorithm of search of information site heartbeat.

The device of indistinct logic; heartbeat; two-stage algorithm.

Наибольшее число ошибок при диагностике заболеваний сердца приходится на этапы выявления и распознавания сигнала. Причиной такого положения является изменчивость и многообразие компонентов электрокардиосигнала (ЭКС), а также наличие помех, различных по своему происхождению, форме, спектральному составу и интенсивности, что вызвано биологическими особенностями формирования и проведения электрических сигналов тканями организма, расположением электродов, индивидуальными свойствами биообъекта. Затрудняет постановку точного диагноза и индивидуальный характер состояния пациента, и наличие субъективных факторов, таких, как возраст, наличие патологий и т.п. Все это и препятствует правильному выбору наиболее точного диагноза, и, следовательно, пути дальнейшего лечения [4,2].

В большинстве случаев электрокардиосигнал подвержен большому числу воздействий как внешней, так и внутренней, по отношению к исследуемому объекту, среды. Полезный сигнал зашумлен помехами, имеющими различное происхождение, интенсивность, спектральные и статистические параметры и т.д. Это затрудняет возможность анализа сигнала посредством критичного к четкости и жесткой определенности машинного подхода.

Основными видами помех, влияющих на ЭКС, являются: дрейф изолинии, мышечный тремор, сетевая помеха, артефакты движения. Сетевая помеха устраняется с помощью фильтрации заграждающим фильтром, а также применением конструктивных решений. Эти методы далеко не всегда являются эффективными.

Иным подходом в борьбе с влияющими на электрокардиосигнал воздействиями является попытка адаптироваться к ним. Это позволяет практически вне зависимости от характера источника помех, без лишнего искажения сигнала, получить требуемые результаты. В таком случае решение этой задачи сводится к решению двух подзадач – определению степени негативного воздействия и грамотного управления для адекватной адаптации сигнала к уровню и структуре помех.

Выбор математического аппарата для реализации такого подхода обусловлен высокими требованиями к точности результатов, поскольку от этого изначально зависят итоги всего исследования.

Для решения подобного рода задач, при обработке лингвистически сформулированных экспертных знаний, хорошо подходит аппарат алгебры нечеткой логики. По сравнению с традиционными, нечеткие системы имеют лучшую помехозащищенность, быстродействие и точность за счет более адекватного описания реальных условий, в которых они функционируют, и позволяют оперировать входными данными, непрерывно меняющимися во времени, и значениями, которые невозможно задать однозначно.

В отличие от традиционной (формальной) логики, известной со времен Аристотеля и оперирующей точными и четкими понятиями типа «истина» и «ложь», «да» и «нет», «ноль» и «единица», нечеткая логика имеет дело со значениями, лежащими в некотором (непрерывном или дискретном) диапазоне [3].

Используя преимущества нечеткой логики, заключающиеся в простоте содержательного представления, можно упростить проблему, представить ее в более доступном виде и повысить производительность системы.

Нечеткая логика основана на эмпирике (опыте) оператора, а не на понимании внутренностей системы. Например, вместо того, чтобы оперировать такими высказываниями с амплитудой, как "A=500 мВ", "A<800 мВ", или "210 мВ<Amp<1000 мВ", мы имеем дело с правилами типа:

"If (Амплитуда мала) and (Сигнал затухает) then (Понизить уровень изолинии)" (1)

"If (Уровень высок) and (Продолжает рост) then (Повысить уровень изолинии)" (2)

Эти высказывания являются нечеткими, и в то же время описывают то, что действительно происходит. Нечеткая логика адекватнее и быстрее, а, следовательно, лучше описывает логику оператора при управлении, в нашем случае, логику врача [5].

Для эффективного поиска информативных участков ЭКС был синтезирован двухэтапный алгоритм поиска информационного участка ЭКС с использованием нечеткого контроллера (НК), позволяющий наиболее адекватно подойти к решению задачи анализа сигнала.

Алгоритм состоит из следующих этапов, показанных на структурной схеме (рис. 1):

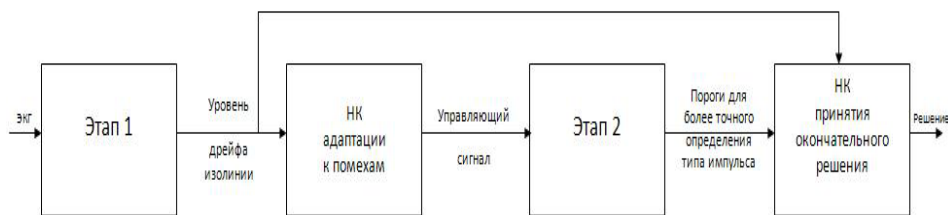


Рис. 1. Структурная схема алгоритма

Первый этап подразумевает грубый анализ сигнала с целью получения данных об уровне дрейфа изолинии (рис. 2). Данные об уровне дрейфа изолинии позволяют на выходе «НК адаптации к помехам» сформировать управляющие сигналы, которые используются для адаптации алгоритма к влияющим на форму сигнала факторам.

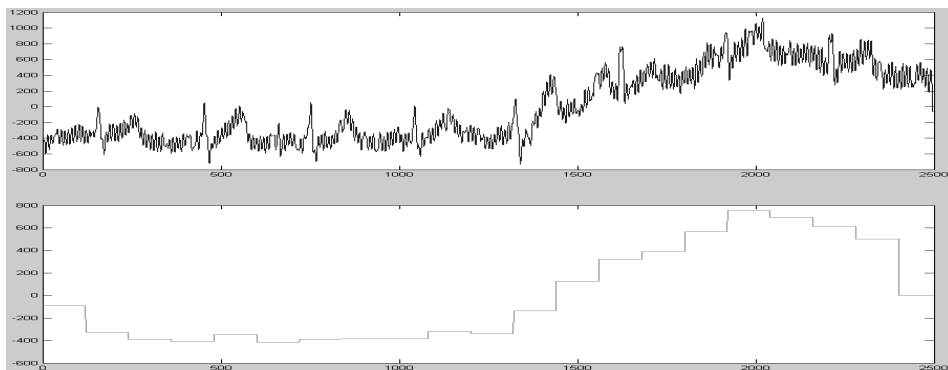


Рис. 2. Результат выделения дрейфа изолинии

На втором этапе происходит повторное исследование ЭКС с целью выявления области предположительного нахождения первого QRS-комплекса и получения параметров, по которым на последнем этапе будут выделяться информативные участки исследуемого кардиосигнала:

- ◆ амплитуда;
- ◆ скорость возрастания переднего фронта (производная);
- ◆ характер точки экстремума;
- ◆ длительность импульса.

Выделение области предположительного нахождения информативного участка ЭКС производится посредством поиска участка, который имеет наибольшую мощность сигнала и производную в точке экстремума (рис. 3). Поиск осуществляется на отрезке сигнала, размером, приблизительно равным 1/2 среднестатистического p-QRS-t – комплекса.

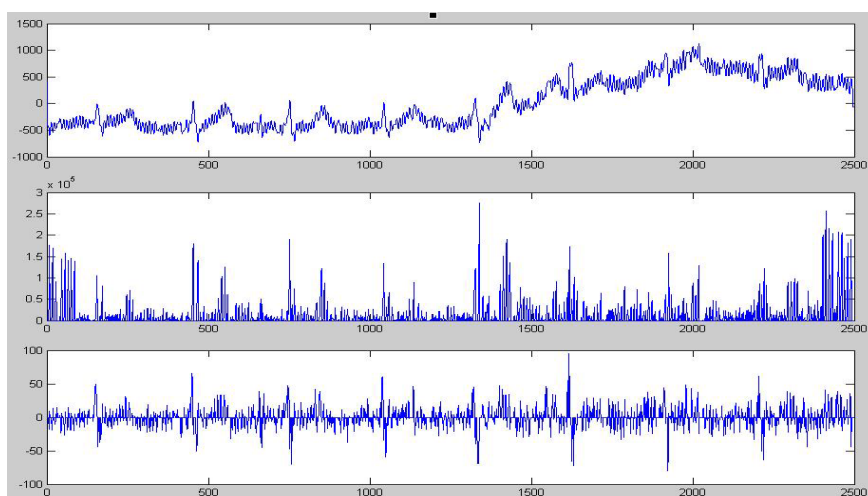


Рис. 3. Результаты, полученные на втором этапе (Мощность и характер точек экстремумов ЭКС)

Далее, в «НК принятия окончательного решения» (рис. 4), основываясь на полученных ранее данных, происходит распознавание R-зубца.

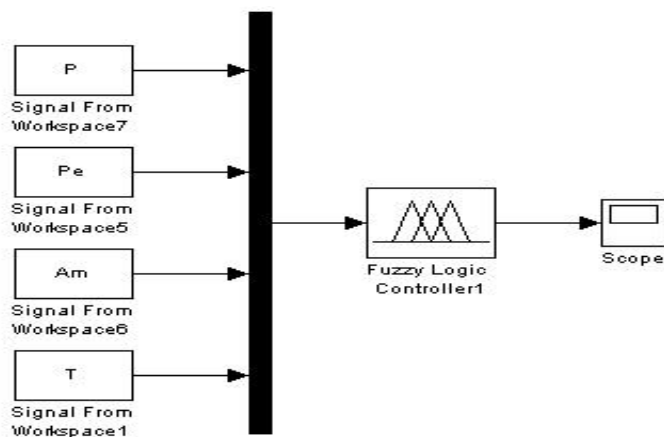


Рис. 4. Модель нечеткого контроллера

Использование НК для принятия решения о принадлежности импульса к информативному участку ЭКС обосновано возможностью с его помощью эффективнее распознавать импульсы сигнала, и учитывать данные, поступающие на «НК адаптации к помехам» для более точного определения типа участка ЭКС.

Таким образом, благодаря использованию преимуществ аппарата нечеткой логики авторам удалось создать алгоритм, адекватно адаптирующийся к негативным внешним воздействиям на ЭКС, без наличия существенного искажающего влияния на него традиционного для алгоритмов-аналогов этапа фильтрации. Данный алгоритм практически полностью инвариантен к дрейфу изолинии и к другим низкочастотным помехам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Круглов В.И., Дли М.И.* Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. – М.: Физматлит, 2004.
2. *Рангайян Р.М.* Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход: Пер. с англ.; Под ред. А.П. Немирко. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 440 с.
3. *Леоненков А.* Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
4. Цифровой анализ электрокардиограмм, Н.М. Богатов, В.Ф. Гук. Математические методы распознавания образов (ММРО-12): Сборник докладов 12-й Всероссийской конференции. – М.: Изд-во МАКС Пресс, 2005. – 499 с.
5. *Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю.* Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.

Истомина Татьяна Викторовна

Пензенская государственная технологическая академия.

E-mail: istom@mail.ru.

440031, г. Пенза, ул. Кижеватова, 28-118.

Тел.: +79603258751.

Шамин Евгений Анатольевич

E-mail: pochayashik@mail.ru.

440056, г. Пенза, ул. Кольшлейская, д. 50-1.

Тел.: +79033235451.

Istomina Tatyana Viktorovna

Penza State Technological Academy.

E-mail: istom@mail.ru.

28-118, Kijevatova street, Penza, 440031, Russia.

Phone: +79603258751.

Shamin Evgeniy Anatol'evich

E-mail: pochayashik@mail.ru.

50-1, Kolyshleyskaya street, Penza, 440056, Russia.

Phone: +79033235451.