DOI: 10.17117/na.2016.03.03.345

Поступила (Received): 01.03.2016

<http://ucom.ru/doc/na.2016.03.03.345.pdf>

Сидорова М.А., Пыжиков А.В.
Анализ задач формирования тестовых
последовательностей электрофизиологических
сигналов для воспроизведения имитатором

Sidorova M.A., Pyzhikov A.V.
Analysis of the problems forming test sequences
electrophysiological signals for playback simulator

В статье рассматриваются основные задачи формирования тестовых последовательностей электрофизиологических сигналов для воспроизведения имитатором. Приводится описание авторской методики формирования тестовых последовательностей электрофизиологических сигналов

Ключевые слова: имитационное моделирование, электрофизиологический сигнал, тестовая последовательность, воспроизведение, имитатор

The article considers the main problem of forming test sequences electrophysiological signals for playback simulator. The description of the author's methods of forming test sequences electrophysiological signals

Key words: simulation, electrophysiological signal test sequence, playback, simulator

Сидорова Маргарита Александровна

Кандидат технических наук, доцент
Пензенский государственный технологический университет
г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1 А/11

Sidorova Margarita Alexandrovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Penza state technological university
Penza, pass. Baydukova/ Gagarin st., 1 A/11

Пыжиков Алексей Валентинович

Студент
Пензенский государственный технологический университет
г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1 А/11

Pyzhikov Alexey Valentinovich

Student
Penza state technological university
Penza, pass. Baydukova/ Gagarin st., 1 A/11

Важным этапом лечебно-диагностического процесса является анализ данных, который обязательно включает в себя измерение параметров биологических сигналов. Анализ результатов этих измерений позволяет делать соответствующие выводы и применять решение о методах и средствах воздействия на биообъект. Для регистрации измерений, анализа сигналов используют большой класс приборов медицинского назначения – их можно назвать средствами медицинского назначения [1, с.21].

Средства медицинского назначения – специальные измерительные устройства, предназначенные для применения в медицинских учреждениях, и,

отвечающие медико-техническим требованиям. От точности, надежности аппаратных средств и единства измерений в медицине во многом зависит достоверность получаемых результатов, правильность постановки диагнозов и лечение заболеваний. Современная медицина и биология широко используют измерения и различную контрольно-измерительную технику для решения самых разнообразных задач по исследованию организма. Работоспособность медицинских приборов, аппаратов или систем оценивается с помощью стандартных, либо специализированных устройств, называемых генераторами (или имитаторами) тестовых сигналов. В них заложены верифицированные тестовые последовательности сигналов [2, с.57].

В настоящее время нет стандартных генераторов, в которых были бы учтены все вероятностные тестовые последовательности, а специализированные имитаторы применяются для решения узконаправленных задач [3, с. 59]. Следовательно, актуальной является разработка универсального прибора для оценки работоспособности диагностических систем. Для его надежного функционирования необходимо создать модели тестовых последовательностей: стандартные, состоящие из гостированных сигналов, и специализированные, включающие последовательности с вероятностными характеристиками.

Генерирование тестовых последовательностей электрофизиологических сигналов (ЭФС) имеет свои особенности. В формировании тестовых последовательностей можно выделить 3 этапа: «Ритм» (длительность межимпульсовых интервалов – временная характеристика), «Форма» (амплитудная характеристика), «Ритм + Форма». Вариант этапа «Ритм» (без учета формы сигнала) подходит для воспроизведения ЭФС, отражающих сердечную деятельность, таких как электрокардиосигнал, баллистокардиосигнал, кинетокардиосигнал и др. Вариант этапа «Форма» (без учета ритма) можно использовать для всех видов ЭФС. Вариант этапа «Ритм + Форма» позволяет моделировать сложные тестовые последовательности ЭФС для подробного, поэтапного тестирования медицинских приборов и систем [5, с.56].

В настоящее время, несмотря на многообразие методик оценки работоспособности приборов медицинского назначения, отсутствует универсальная методика, которая служила бы образцом и была приемлемой для всех исследователей, занимающихся автоматическим анализом биологических сигналов, в плане формирования моделей тестовых последовательностей (МТП) ЭФС, и их последующего применения для процесса тестирования медицинской техники. Применяемые на практике современные методы формирования тестовых последовательностей рассчитаны на длительное время мониторингирования, и не эффективны при экспресс-анализе и быстром поиске неисправностей в работе приборов. В связи с этим, несомненно, является актуальной задача разработки методики оценки соответствия создаваемой МТП оригиналу, т.е. реальному ЭФС.

Для того, чтобы сформировать наиболее эффективные МТП ЭФС необходимо решить ряд основных задач: 1) МТП ЭФС следует сформировать таким образом, чтобы они адекватно отражали описываемый реальный сигнал. До-

биться этого можно, применив методы и специализированные критерии статистической оценки результатов эксперимента; 2) МТП ЭФС должны быть представлены таким образом, чтобы их последующая реализация не вызывала затруднений; 3) Для этапа экспресс-тестирования медицинских приборов целесообразно разрабатывать модели последовательностей временных интервалов и формы импульсов отдельно; 4) На этапе подробного тестирования должны применяться не отдельные МТП «формы» или «ритма», отрезки МТП реальных ЭФС, особым образом сгруппированные; 5) Все используемые модели должны быть сформированы с учетом того, чтобы с их помощью можно было выявлять наибольшее количество ошибок (ложных пропусков и ложных срабатываний) в работе медицинских приборов и аппаратов на всех этапах тестирования.

В процессе моделирования нужно быть полностью уверенным в том, что модели в точности соответствуют оригиналу. Для этого авторы статьи предлагают использовать оригинальную, разработанную ими методику формирования тестовых последовательностей ЭФС. Она включает в себя следующие этапы (рисунок 1): 1. Анализ исходного ЭФС; 2. Автоматическая оцифровка ЭФС; 3. Графическое воспроизведение оцифрованных ЭФС; 4. Применение в качестве описания «формы», создаваемых моделей, стандартных математических функций (для этапа экспресс-тестирования); 5. Анализ представления «формы» сигналов стандартными математическими функциями; 6. Графическое представление результатов сравнения реальных импульсов со стандартными математическими функциями; 7. Статистическая обработка полученных результатов; 8. Формирование статистически обоснованных, и, определенным образом сгруппированных, моделей ТП ЭФС для подробного (поэтапного) тестирования ЭФС. 9. Получение сформированной МТП ЭФС для воспроизведения имитатором. 10. Анализ результатов формирования МТП ЭФС и соответствующие выводы.

Рис. 1

Таким образом, предлагаемая авторами статьи методика формирования тестовых последовательностей ЭФС может стать основой для создания специализированного имитатора ЭФС и базы моделей, воспроизводимых им тестовых последовательностей, учитывающих особенности «нормы» и «патологии» реальных сигналов, поможет проводить качественную оценку работоспособности медицинских приборов, производящих автоматический анализ медико-биологических сигналов.

Список используемых источников:

1. Сидорова М.А. Средства измерения параметров электрокардиосигнала (дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук). Пенза: Пенз. Гос. Ун-т, 1999.
2. Костенкова М.Ю., Сидорова М.А., Костенков С.Ю. Оценка работоспособности медицинских измерительных приборов с помощью моделей тестовых последовательностей // Информационные и управленческие технологии в медицине и экологии. 2014. С. 57-59.
3. Нестеренко С.А., Чулков В.А. Управляемый кольцевой генератор импульсов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. 2013. Т. 56. № 10. С. 58-63.
4. Сидорова М.А., Костенков С.Ю. Особенности имитационного моделирования электрофизиологических сигналов // Биотехносфера. Научный журнал. 2014. № 3. С. 55-57.

© 2016, Сидорова М.А., Пыжиков А.В.

Анализ задач формирования тестовых последовательностей электрофизиологических сигналов для воспроизведения имитатором

© 2016, Sidorova M.A., Pyzhikov A.V.

Analysis of the problems forming test sequences electrophysiological signals for playback simulator