

дик по своим алгоритмам, разрабатывать собственные показатели и т.д. В программном обеспечении медицинских исследовательских комплексов, в его версиях с максимальными возможностями, желательно, чтобы присутствовала возможность подключать модули, самостоятельно написанные пользователями. Для реализации подключения собственных модулей существует несколько стандартных способов: DLL стандартного вызова, технология COM и другие. Если подключение модулей в программном обеспечении выполнено по одной из таких технологий, то написание пользователем собственных модулей и подключение их к программному обеспечению не составит труда. Другим способом предоставить пользователю возможность реализовывать свои модули является так называемый Development kit или средство разработки для программного обеспечения. Development kit – это набор компилированных модулей и библиотек с полной документацией, без исходного кода, для написания программных модулей, работающих в среде программного обеспечения медицинских исследовательских комплексов.

Переяслов Григорий Анатольевич

Закрытое акционерное общество «ОКБ «Ритм»».

E-mail: stabmed@stabilan.ru.

347900, г. Таганрог, ул. Петровская, 99.

Тел.: 88634614016.

Perejaslov Gregory Anatoljevich

Taganrog special design bureau „Ritm“.

E-mail: stabmed@stabilan.ru.

99, Petrovskaya, Taganrog, 347900, Russia.

Phone: +78634614016.

УДК 615.471:616-073.97:616.831:681.3.06

Л.А. Дорогобед, А.В. Лучинин

ОСОБЕННОСТЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Показана возможность выявления фаз сердечного цикла на основе уточненной четырехфазной модели формирования ЭКГ-сигнала.

Электрокардиограмма; фазовый анализ; гемодинамика.

L.A. Dorogobed, A.V. Luchinin

PECULIARITIES OF SIMULATION OF PHYSIOLOGICAL SIGNALS ON THE BASIS OF TIME SERIES

The possibilities of determination of cardi cycle phases on the basis of refined four phase model of ECG signal formation were shown.

Electrocardiogram; phase analysis; haemodynamics.

В работах [1,2] разработан метод определения параметров гемодинамики на основе измерения фаз сердечного цикла. В данной статье предлагается описание формирования механизма электрокардиограммы с позиции разработанной авторами статьи двухфазной модели пульсовой гемодинамики – теории активной диастолы [3]. На основе этого подхода в структуре ЭКГ-сигнала выделены фазы элек-

трической систолы и электрической диастолы, соответственно, предсердий и желудочков, осуществляющее сопряжение биоэлектрической деятельности сердца с его активной биомеханической деятельностью. Там же показано, что биоэлектрические возмущения, отражаемые элементами структуры ЭКГ, порождают не два, а четыре активных гемодинамических процесса.

Принимая модельное разложение ТПД клеток на калиевую, кальциевую и натриевую составляющие, предложенные в [3], представим концентрацию ионов с помощью функции гиперболического косинуса:

$$u0(x) = u01 \cdot \left(\cosh\left(\frac{x-t1}{d1}\right) \right)^{-2} + u02 \cdot \left(\cosh\left(\frac{x-t2}{d2}\right) \right)^{-2} + u03 \cdot \left(\cosh\left(\frac{x-t3}{d3}\right) \right)^{-2} + u04 \cdot \left(\cosh\left(\frac{x-t4}{d4}\right) \right)^{-2} \quad (1)$$

График функции приведен на рис. 1:

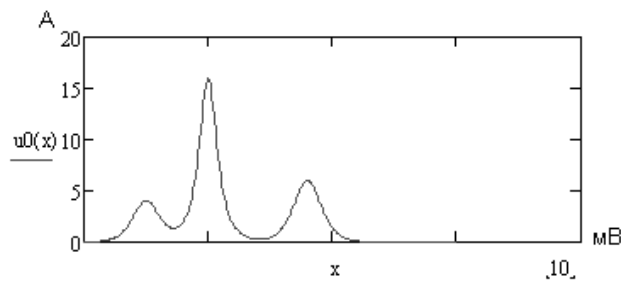


Рис. 1. Аппроксимация ТПД миокарда предсердий и ТПД миокарда желудочка

Производная этой функции $U0(x)$ соответствует скорости изменения концентрации ионов кальция, калия и натрия, и представлена на рис. 2 (ЭДС). «Диффузионный ток» вызванный перепадом концентрации также может иметь такую же форму.

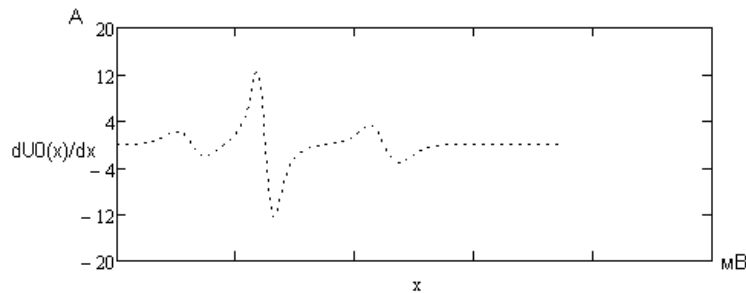


Рис. 2. Первая производная от функции (1)

Необходимость определения второй производной обоснована в [3], поскольку весь организм, включая сердце, является проводником с ионной мембранной проводимостью и характеризуется емкостью C . Ниже на рис. 3 приводится график второй производной от $U0(x)$ для двух случаев: 1) без учета первой производной; 2) с добавлением части первой производной $U0(x)$:

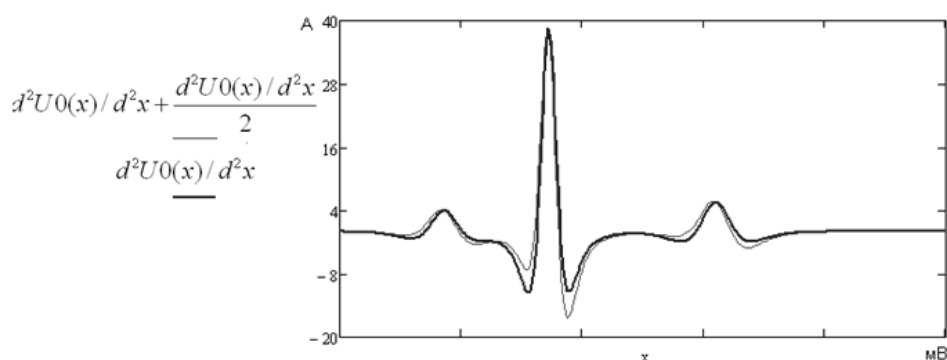


Рис. 3. Вторая производная от функции (1)

Аппроксимации, приведенные на рис. 2, 3, удовлетворительно описывают ЭКГ-сигналы, снимаемые со стандартных отведений (амплитуды волн и задержка). Неизвестные параметры аппроксимации могут быть легко определены методом регрессии по экспериментальным кривым с дальнейшим проведением гемодинамического анализа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Поединцев Г.М.* О режиме движения крови по кровеносным сосудам / Сб. научн. трудов: Развитие новых неинвазивных методов исследования в кардиологии. – Воронеж, 1983. – С. 17-35.
2. *Воронова О., Зернов В., Колмаков С., Мамбергер К., Македонский Д., Руденко М., Руденко С.* Фазовый анализ сердечного цикла в точном измерении объемных гемодинамических параметров косвенным методом // Поликлиника, 2008. – № 6.
3. *Соколова И.В., Ронкин М.А., Максименко И.М.* Механизм формирования электрокардиограммы с позиции теории активной диастолы // Биомедицинская радиоэлектроника. – М.: Радиотехника, 2006. – № 8-9.

Дорогобед Людмила Александровна

Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге.

E-mail: vizavixxxx@yandex.ru.

347928, г. Таганрог, ул. Чехова, 22.

Тел.: +79525858788.

Лучинин Алексей Витальевич

г. Таганрог, пер. Гарибальди, 27, кв.18.

Тел.: 88634360058.

Dorogobed Lyudmila Aleksandrovna

Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”.

E-mail: vizavixxxx@yandex.ru.

22, Shehova, Taganrog, 347928, Russia.

Phone: +79525858788.

Luchinin Alexey Vital'evich

27/18, Garibaldi street, Taganrog, Russia.

Phone: +78634360058.