**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Болгарская Академия наук
ООО «Научно исследовательское предприятие «Лазерные технологии»

# ИННОВАТИКА-2018

## СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

**XIV Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых**
**26–27 апреля 2018 г.**
**г. Томск, Россия**

*Под редакцией А.Н. Солдатова, С.Л. Минькова*

Scientific & Technical Translations
STT
ИЗДАТЕЛЬСТВО
**Томск – 2018**

# ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗ ДАННЫХ СОКРАЩЕНИЯ СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ

**Н.С. Нуйкин, М.М. Шишкин, С.И. Самохина**
*Национальный исследовательский Томский государственный университет*
*mikhail.shishkin@gmx.com*

# INFORMATION SYSTEM FOR PROCESSING AND ANALYSIS OF DATA CONTRACTION OF THE CARDIAC MUSCLE

N.S. Nuykin, M.M. Shishkin, S.I. Samokhina
*National Research Tomsk State University*

*The model of treatment of cardiac muscle contraction under the action of cardiotropic drugs was used for modeling two-component decomposition of the cardiac curve. The Information system based this model is created.*

*Key words: cardiac muscle contraction, two-component decomposition, mathematical model, information system.*

В условиях развития современного общества информационные технологии все глубже проникают в жизнь людей [1-5]. Стремительно набирая темпы в последние десятилетия, прогресс на фоне повсеместного внедрения IT-технологий охватил и медицину.

Целью нашей работы является разработка программного комплекса, предназначенного для двухкомпонентного разложения сокращения сердечной мышцы, полученной экспериментально, изучение и проведение статистического анализа исходных данных.

В работе использована модель сокращения сердечной мышцы в результате воздействия кардиотропных препаратов [6-7] по заданным экспериментальным данным; проводится вычисление коэффициентов моделируемой функции оптимизационным методом; определяются статистические параметры кардиологической кривой на основе анализа данных сокращения.

Математическая модель компонентной структуры сокращения миокарда [6-7] представлена в виде суммы двух отдельных модельных компонентов. Предполагается, что искомые компоненты сокращения принадлежат некоторому семейству функций $y(x, \bar{\alpha})$, где $x$ – время, $\bar{\alpha}$ – вектор параметров, определяющих конкретную форму кривой, а моделью $f(x, \bar{\alpha})$наблюдаемой кривой силы сокращения $g(x)$ является сумма n-компонентов. При этом необходимо найти такие значения $\bar{\alpha}$, при которых критерий $F$ достигает наименьшей величины. В случае, если регистри-

руемая кривая сокращения мышцы представляет собой сумму двух компонент

$$y(x_i, \vec{a}) = a_1 e^{-b_1(x_i - c_1)^2} + a_2 e^{-b_2(x - c)^2}, \quad (1)$$

то среднее квадратичное отклонение определяется выражением

$$F = (x, a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \left[ g(x_i) - (a_1 e^{-b_1(x - c_1)^2} + a_2 e^{-b_2(x - c_2)^2}) \right]^2 \quad (2)$$

Если разница между коэффициентами $c_1$ и $c_2$ несущественна, то на графике виден лишь один максимум, однако в общем случае кривая имеет два максимума (рис. 1).

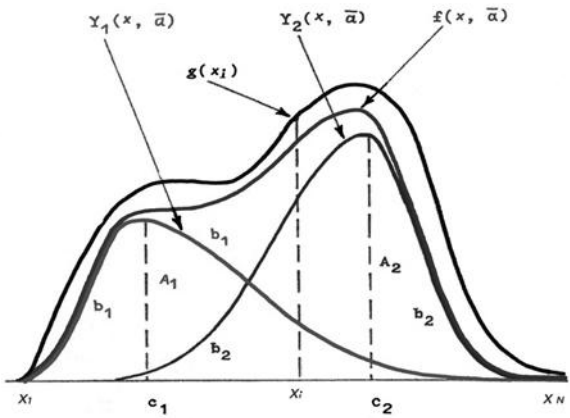



Рис. 1. Схема построения модели компонентной структуры сокращения миокарда

$g(x_i)$ – регистрируемая кривая сокращения, $f(x, \bar{a})$ – математическая модель, $y_1(x,\bar{a})$ – первый модельный компонент, $y_2(x,\bar{a})$ – второй модельный компонент, $A_1$ и $A_2$ – амплитуды первого и второго модельных компонентов, $в_1$ и $в_2$ – коэффициенты, определяющие форму модельных кривых, $c_1$ и $c_2$ – время достижения максимумов модельных кривых, $x_1$ и $x_N$ – время начала и конца наблюдения

В используемой модели имеется шесть оптимизационных переменных, которые полностью характеризуют две искомые компоненты. В исследовательских и научно-практических целях необходим алгоритм, осуществляющий нахождение коэффициентов $a_1$, $a_2$, $b_1$, $b_2$, $c_1$,$c_2$ для того, чтобы в конечном итоге получить из функции, заданной табличным способом, разложение на отдельные экспоненты.

Чтобы определить оптимальные значения этих переменных для каждой кривой сокращения сердечной мышцы, можно воспользоваться методом градиентного спуска [8] для нахождения минимальной величины критерия *F*.

Программный комплекс включает все этапы от ввода данных, полученных в результате эксперимента, до получения результатов разложения на две составляющие и статистической обработки начальных данных.

Исходные данные представляют собой перечисления 15 значений для каждого момента времени проведения эксперимента. На основании полученных значений программа осуществляет вычисление коэффициентов моделируемой функции методом градиентного спуска, расчет максимумов аппроксимирующей функции и статистических параметров, необходимых для последующего анализа сокращения миокарда.

Информационная система реализована с помощью IDE Visual Studio на языке C#, в качестве СУБД выбрана SQLite и git как система контроля версии [9].

Рабочее окно программного комплекса проиллюстрировано на рис. 2.

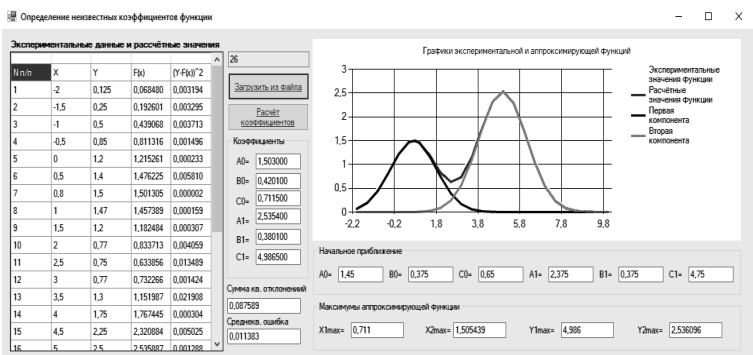



Рис. 2. Рабочее окно программы расчета моделируемой функции

В ходе проделанной работы была исследована математическая модель двухкомпонентного разложения кривой сокращения сердечной мышцы и ее поведение в результате воздействия кардиотропных препаратов, разработана информационная система обработки и проведен анализ данных сокращения сердечной мышцы, а также предусмотрены возможности для включения в программу результатов статистической обработки исследо-

вания сократительной активности кардиологической кривой под влиянием фармакологических веществ.

## Литература


1. Самохина С.И., Петелин А.Е. Разработка программного комплекса для моделирования зоны сдвига в гцк-металлах // Вестник Томского государственного университета. – Томск, 2006. – № 18. – С. 141.
2. Самохина С.И., Петелин А.Е., Колупаева С.Н. Моделирование зоны кристаллографического сдвига в гцк металлах. Численное решение системы жестких дифференциальных уравнений // Вестник Томского государственного университета. – Томск, 2007. – № 23. – С. 333.
3. The dynamics of near-surface prismatic loops in lead / Y. Petelina, S. Samokhina, A. Petelin et al. // AIP Conference Proceedings 2. Сер. «Advanced Materials in Technology and Construction», AMTC 2015 : Proceedings of the II All-Russian Scientific Conference of Young Scientists «Advanced Materials in Technology and Construction». – 2016. – С. 040004.
4. Просин Р.А., Просина С.Г., Самохина С.И. Пакет прикладных программ для исследования пространственных изменений сосудов // Инноватика-2016. – Томск, 2016. – С. 374–377.
5. Просин Р.А., Самохина С.И. Информационная система учета клиентов центра биологической медицины // Инноватика-2013. – Томск, 2013. – С. 343–347.
6. Богомаз С.А. Исследование действия кардиологических веществ на пулы кальция с помощью анализа компонентов структуры сокращения миокарда : дис. … канд. мед.наук. – Томск, 1991. – 184 с.
7. Тарасенко В.Ф. , Лаптев Б.И. Способ компонентного анализа сокращения миокарда // Сборник трудов молодых ученых ТНЦ АМН. – 1991. – С. 44–47.
8. Метод градиентного спуска [Электронный ресурс]. – URL: http://bukvasha.ru/referat/410263 (дата обращения 05.04.2018).
9. C Sharp [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/C_Sharp (дата обращения 03.04.2018).