

УДК 615.47:616-072.7

### ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ РЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.Н. Линник, О.Н. Величко, Д.В. Белянский  
(Харьковский национальный университет радиоэлектроники)

*Рассмотрены специфические особенности проектирования программного обеспечения системы реографических опытов. Разработана реляционная база данных с применением таблиц Paradox 7. Предложен новый метод автоматизированного анализа реографических кривых.*

#### *программное обеспечение, реографические исследования*

**Актуальность темы.** Максимальная эффективность функционирования системы реографических исследований может быть достигнута в случае оптимального соотношения вычислительных и аппаратных узлов преобразования информации [1]. Несмотря на большие возможности компьютерных технологий, многие вычислительные процедуры могут приводить к потере информации. Поэтому адаптация и информационное согласование узлов системы является актуальной задачей [2, 3].

**Анализ литературы.** При проведении реографических исследований используются стандартные пакеты программ, которые занимают большие объемы памяти и не всегда позволяют производить обработку результатов в реальном времени [4]. Для оптимизации машинных ресурсов необходимо создавать специализируемые программные продукты, позволяющие производить обработку результатов и формировать диагностические критерии интерпретации данных исследования [5]. Следовательно, программно-алгоритмическое обеспечение (ПАО) должно иметь многофункциональное назначение: ведение базы данных, регистрация сигналов и их предварительная обработка, анализ и отображение результатов.

**Постановка задачи.** Анализ литературы показал, что для решения этих проблем необходимо специальное программное обеспечение с возможностью производить: регистрацию реограмм, обусловленных крове-

наполнением и дыханием, их контурный анализ, возможность хранения результатов регистрации в специализированной базе данных.

### Разработка структуры программно-алгоритмического обеспечения.

Структурная схема ПАО включает четыре основных функциональных модуля: модуль обмена данными и управления; модуль отображения диаграмм; база данных; модуль анализа данных.

Каждый из модулей предназначен для выполнения ряда специфических функций. Так, *модуль отображения диаграмм* предоставляет возможность индикации регистрируемых сигналов и выбора масштаба просмотра. В *модуле анализа данных* производится контурный анализ и обработка реографических кривых. *База данных* предназначена для хранения и поиска анкетных данных пациентов и результатов его обследования. Модули имеют удобный интерфейс с возможностями быстрого перехода между различными программными функциями или окнами. *Модуль обмена данными и управления* не имеет пользовательского интерфейса и обеспечивает взаимодействие между другими модулями. В нем содержится глобальные переменные и массивы для считывания данных с порта, их фильтрации и передачи модулям отображения диаграмм, анализа данных и базе данных. Считывание данных с порта ПК осуществляется с использованием функций библиотеки `inport32.dll`.

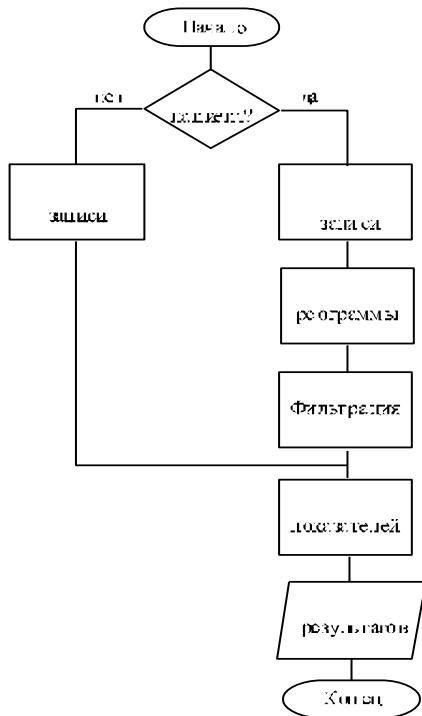


Рис. 1. Алгоритм работы программы

**Особенности ПО.** Исходя из функционального назначения системы реографии легких, разработан алгоритм работы программы (рис. 1).

Программная реализация алгоритма осуществлена с использованием интегрированной среды Borland Delphi 6, поддерживающей 32-разрядные приложения для операционной системы Windows 2000/NT/XP и обеспечивающая высокую продуктивность и производительность.

Ядром ПО является реляционная база данных, реализованная на основе таблиц Paradox 7. Архитектура представлена на рис. 2. База данных включает две связанные таблицы. *Главная таблица* состоит из полей анкетных данных и описания истории болезни и связана с *подчиненной таблицей* через *ключевое поле* номер карты. Одной записи из главной таблицы может соответствовать несколько записей из подчиненной таблицы, что обеспечивает хранение

результатов повторных обследований для одного пациента. Поэтому выбран тип связи между таблицами – один ко многим. Полями подчиненной таблицы являются представленные в виде массива реографические кривые на вдохе и выдохе, вычисляемые по кривым коэффициенты и диагностические показатели, в качестве которых выступают модуль и угол радиус-вектора, построенного после нахождения центра тяжести фигуры в многомерном пространстве признаков.

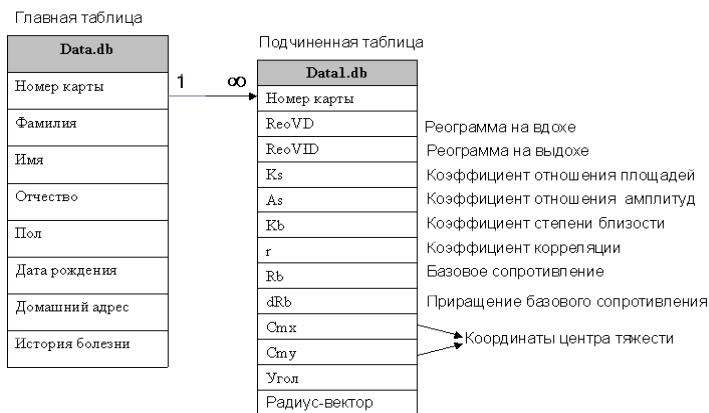


Рис. 2. Архитектура реляционной базы данных

В главном окне предусматривается выбор одной из следующих процедур: создание новой записи; поиск записей по двум категориям (фамилия, дата); редактирование или удаление существующей записи; просмотр истории болезни и переход к списку реограмм.

После выбора фамилии пациента открывается вспомогательное окно, содержащее список реограмм, отсортированных по дате регистрации. Далее интересующая пользователя информация отображается в новом окне в виде двух кривых: базового сопротивления и его изменение, связанное с дыхательными колебаниями и пульсовыми колебаниями кровенаполнения на различных фазах дыхания. Порядок вывода диаграмм и функция их видимости задаются пользователем.

Для последующей корректной обработки реографических кривых производится цифровая фильтрация сигнала. Основная помеха находится на частоте 50 Гц, причем ее амплитуда может достигать 20% от информационного сигнала. Для подавления помехи используется рекурсивный цифровой фильтр низких частот 5-го порядка с частотой среза 30 Гц [6]. Применение данного фильтра дало наилучшие результаты по сравнению с остальными видами фильтров.

Расчет коэффициентов производится по усредненному циклу каждой кривой (рис. 3). Значения коэффициентов в дальнейшем используются для проведения дифференциальной диагностики, основанной на определении

положения центра тяжести фигуры, построенной по полученным данным в многомерном пространстве признаков [7 – 9].

**Выводы.** Разработанное программное обеспечение позволяет автоматизировать обработку и анализ реографических кривых на различных фазах дыхательного цикла, что значительно повышает эффективность диагностики. Специализированная база данных в составе программного обеспечения позволяет осуществлять хранение и быстрый поиск информации.

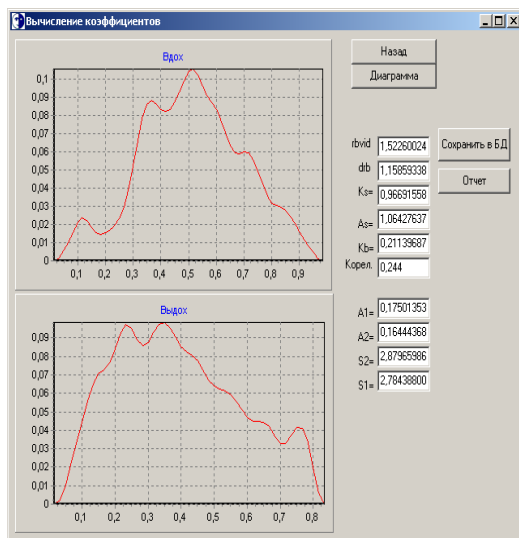


Рис. 3. Расчет коэффициентов для дифференциальной диагностики

## ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов Л.В., Макаров В.А. Лекции по клинической реографии. – М.: АОЗТ «Антидор», 2000. – 320 с.
2. Bernstein D.P. Continuous noninvasive real-time monitoring of stroke volume and cardiac output by thoracic electrical bioimpedance // CCM. – 1986. – Vol. 14. – P. 898-905.
3. Беляев К.Р., Зубенко В.Г., Морозов А.А., Шукин С.И. Реокардиомониторные системы // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1999. – № 3. – С. 46-61.
4. Беляев К.Р., Морозов А.А. Коррекция фазовых искажений и обработка биомедицинских сигналов // Вестник МГТУ. – 1994. – № 4. – С. 40-53.
5. Беляев К.Р., Кузьминых Н.Ю. Методы выделения дыхательного паттерна в системах неинвазивного мониторинга параметров центральной гемодинамики // Биомедицинская радиоэлектроника, 1999. – № 3. – С. 33-46.
6. Марпл С.Л.-мл. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990.
7. Морозов А.А., Родионов Р.В., Сергеев И.К. и др. Повышение эффективности многокритериального алгоритма идентификации «бездефектных» реоциклов // Сб. докладов III между.НТК «МЕДТЕХ-2001». – М., 2001. – С. 18.
8. Линник С.Н., Мустецов Н.П., Величко О.Н., Дацок О.М. К вопросу интерпретации импедансометрических исследований легких // Прикладная радиоэлектроника. – 2005. – Т. 4, № 2. – С. 180-184.
9. Гельман В.Я. Медицинская информатика. – СПб.: Питер, 2002. – 468 с.

Поступила 25.03.2005

**Рецензент:** кандидат технических наук, профессор А.И. Поворознюк, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.