

УДК 616.71

Разработка аппаратно-программного комплекса для электропунктурной диагностики

Добролюбова Д.А.¹, Сираева Г.Ф.², Чернецов А.В.³

*Студенты, кафедра «Медико-технические информационные технологии»
МГТУ им. Н.Э. Баумана МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия*

*Научный руководитель: А.Е. Косоруков, ассистент кафедры «Биомедицинские
технические системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия*

МГТУ им. Н.Э. Баумана

julliya2@yandex.ru

galia_ruslan@bk.ru

a.v.chernetsov@yandex.ru

Одной из задач современной медицины является ранняя диагностика заболеваний с целью наиболее эффективного лечения и снижения рисков развития осложнений. Существующие методы оценки функционального состояния человека, такие как ЭКГ, ЭЭГ, томография, ультразвуковые исследования и др., часто являются дорогостоящими, либо требуют существенных временных затрат и достаточной квалификации специалистов, либо не дают полной информации о состоянии всего организма, что затрудняет использование данных методов для скрининг-исследований. Условиям оперативности получения информации и ее специфичности удовлетворяет метод электропунктурной диагностики (ЭПД).

Современные системы ЭПД базируются на представлениях традиционной китайской медицины. Методики диагностики, реализуемые в данных системах, основаны на измерении электрических характеристик в биологически активных точках (БАТ) на кожном покрове.

С точки зрения современной науки, БАТ представляют собой области на кожном покрове диаметром 2–3 мм, имеющие повышенную плотность расположения рецепторных

<http://sntbul.bmstu.ru/doc/533233.html>

окончаний различных типов и характеризующиеся повышенной электрической проводимостью [1]. Известно, что отдельно взятая БАТ изменяет свои электрические параметры в соответствии с текущим состоянием связанного с ней органа, подсистемы организма или организма в целом, что позволяет использовать электропунктурные измерения для диагностики [2].

В настоящее время существует несколько методов оценки состояния отдельных органов и организма в целом по результатам исследования БАТ. К ним относятся методы К. Абакане, Р. Фолля, Е. Накатани и др. В представленном АПК реализована модификация метода Накатани [3].

Согласно методу Е. Накатани, каждому органу или подсистеме соответствует своя совокупность БАТ, расположенных на линиях, называемых меридианами. Классическая теория акупунктуры описывает 14 меридианов: двенадцать симметричных и два срединных. Для оптимально функционирующего организма характерны не столько «хорошие» абсолютные значения физиологических показателей в БАТ, сколько их симметрия и минимальный разброс значений. Допустимое отклонение от среднего, укладываемое в понятие «физиологический коридор», составляет $\pm 10\%$. Органы, выпадающие из коридора, нуждаются в терапии [4].

Реализованная методика предполагает исследование 24 БАТ, находящихся на концах симметричных меридианов – на фалангах пальцев рук и ног. По результатам скрининг-исследования выявляются органы и/или подсистемы, имеющие отклонения и требующие более тщательного исследования при дальнейшей диагностике.

Достоинствами предлагаемой методики являются неинвазивность, высокая информативность, высокая скорость регистрируемой реакции организма при диагностическом исследовании и уникальная возможность получения информации как о целом организме, так и об отдельных его системах в единых и сопоставимых единицах измерения.

В настоящее время ЭПД используется для решения задач в следующих медицинских отраслях [5]:

- для диагностики функционального состояния пациента и подбора оптимальных комбинаций БАТ для лечения различных заболеваний, а также при контроле эффективности терапии;
- для индивидуального подбора аллопатических и гомеопатических лекарств, их дозировок, сочетаний, а также для контроля над эффективностью их применения;

- для индивидуального подбора материалов при стоматологическом протезировании и лечении;
- в спортивной медицине для оптимизации тренировочного процесса;
- в авиационно-космической медицине для динамического контроля и коррекции психофизиологического состояния космонавтов в длительных космических экспедициях;
- в области педиатрии для экспресс-диагностики различных патологических состояний;
- в реабилитации и физиотерапии для определения индивидуальной дозировки и контроля проведения процедур и физиологических воздействий.

Существующие системы ЭПД не всегда позволяют обеспечить решение поставленных задач либо по метрологическим соображениям [5], либо из-за недостатков программного обеспечения, затрудняющих анализ полученных результатов. С учетом поставленных задач, разрабатываемый АПК должен обеспечивать следующие функциональные возможности:

- регистрация электрических характеристик БАТ;
- возможность многократного проведения теста в одной и той же БАТ;
- наблюдение динамики изменений состояний отдельных органов и/или подсистем и организма в целом;
- возможность формирования любого набора исследуемых точек в зависимости от конкретного случая.

Функциональные требования, предъявляемые к АПК для электропунктурной диагностики, приводят к необходимости решения технических задач в трех областях:

1. Аппаратная реализация прибора с техническими характеристиками, удовлетворяющими методике измерения электрических параметров БАТ;
2. Программная реализация выбора методики исследования, наблюдения за ходом измерения и обработки полученных данных с представлением результатов;
3. Программная реализация хранения данных пациентов и результатов обследований.

Структурно-функциональная схема разрабатываемого АПК ЭПД и его взаимодействие с врачом и пациентом представлены на рис. 1. Данная схема также дает представление о характере связей между составными частями разрабатываемого комплекса, врачом и пациентом.

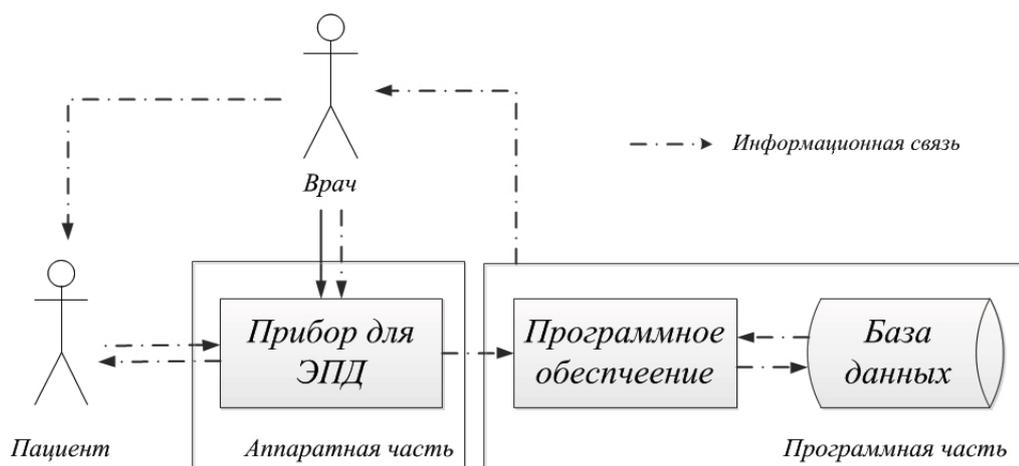


Рис. 1. Структурно-функциональная схема АПК для электропунктурной диагностики

Основной целью аппаратной части АПК ЭПД является генерация зондирующего сигнала и измерение отклика БАТ на данное воздействие. Прибор состоит из основного блока, скрытого пластмассовым корпусом, и блока электродов (рис. 2).

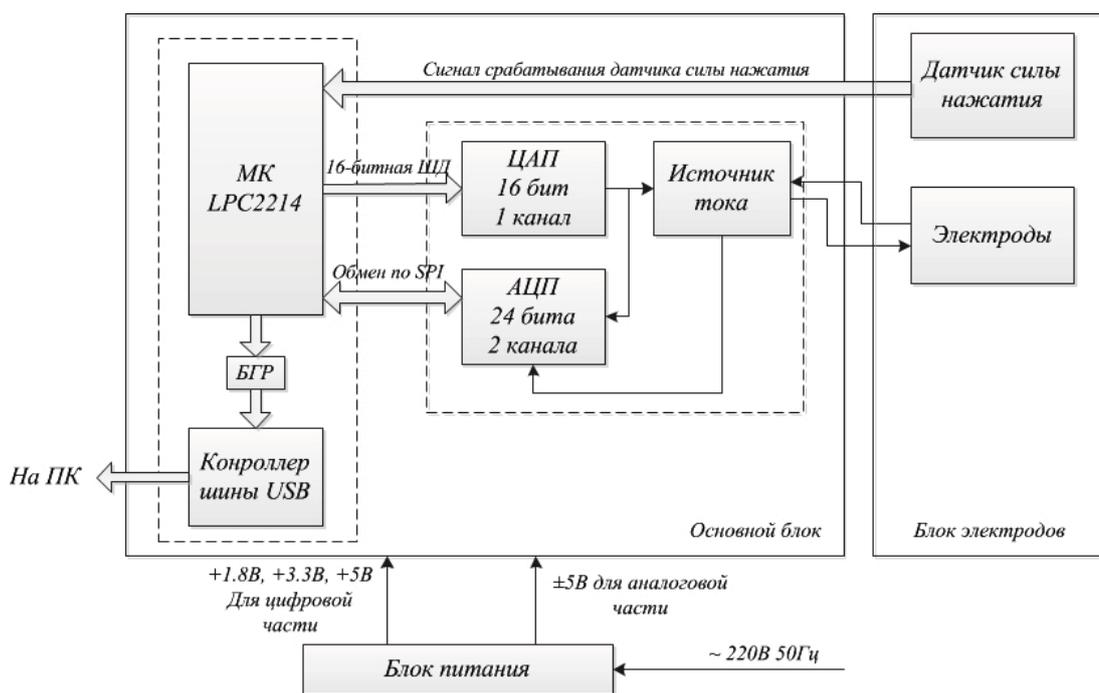


Рис. 2. Структурная схема прибора для электропунктурной диагностики

Измерительный блок включает в себя цифровую часть (основная плата сбора, обработки и передачи данных), аналоговую часть (электродная система, измерительный источник тока, АЦП и ЦАП), блок питания, блок гальванической развязки (БГР) в виде оптоэлектронной пары, конвертор UART-USB.

При проведении измерений на кожу человека в области БАТ подается зондирующий импульс тока со следующими характеристиками:

- форма сигнала: специальная форма импульса;
- амплитуда сигнала: 250 нА;
- длительность сигнала не более 400 мс.

Параметры зондирующего сигнала выбираются из условий минимального воздействия на организм человека. В качестве формы воздействующего сигнала выбран импульс, обеспечивающий плавность нарастания измерительного тока, что позволяет практически исключить реакцию БАТ на воздействие [6].

Воздействующий сигнал формируется в генераторе зондирующего импульса (ГЗИ). ГЗИ создает импульс путем последовательного вывода отсчетов, записанных в память микроконтроллера (МК).

Запуск измерения производится при легком вдавливании подпружиненного кончика активного электрода. Для того чтобы результаты измерения были независимы от силы прижатия электрода и квалификации врача, была разработана специальная конструкция электрода блока электродов.

Блок электродов представляет собой активный и пассивный электроды, а также датчик силы прижатия. Конструкция активного электрода состоит из 2-х основных частей: это непосредственно корпус и рабочая часть электрода, которая должна обеспечивать фиксированное усилие прижатия к коже. Для этого рабочая часть сделана подвижной и в конструкцию введена пружина, обеспечивающая необходимое усилие.

Конструкция пассивного электрода представляет собой пластинку, которая имеет небольшой радиус изгиба. Эта форма обусловлена требованиями удобства наложения и обеспечения наибольшей площади соприкосновения с кожей.

Результаты измерений передаются на ПК по USB, при этом блок гальванической развязки обеспечивает требования электробезопасности в соответствии с ГОСТ 30324.0-95 [7].

Задачей программной части является приём посылок, содержащих данные с прибора, и их расшифровка. Прием и расшифровка данных должны осуществляться в режиме on-line, для чего программное обеспечение создает виртуальный COM-порт с требуемыми параметрами. Контроль за приемом данных осуществляется по старт- и стоп-байтам, а также по счетчику принятых байтов в посылке. Методы, реализующие взаимодействие программного обеспечения с прибором, в общей структуре проекта описаны во вспомогательном функционале Repository.

Общая структура проекта строится на базе шаблона проектирования Model-View-ViewModel (MVVM), предназначенного для разработки клиентских приложений на основе технологии Windows Presentation Foundation (WPF). Организация архитектуры высокого уровня проекта представлена на рисунке 3 [8].

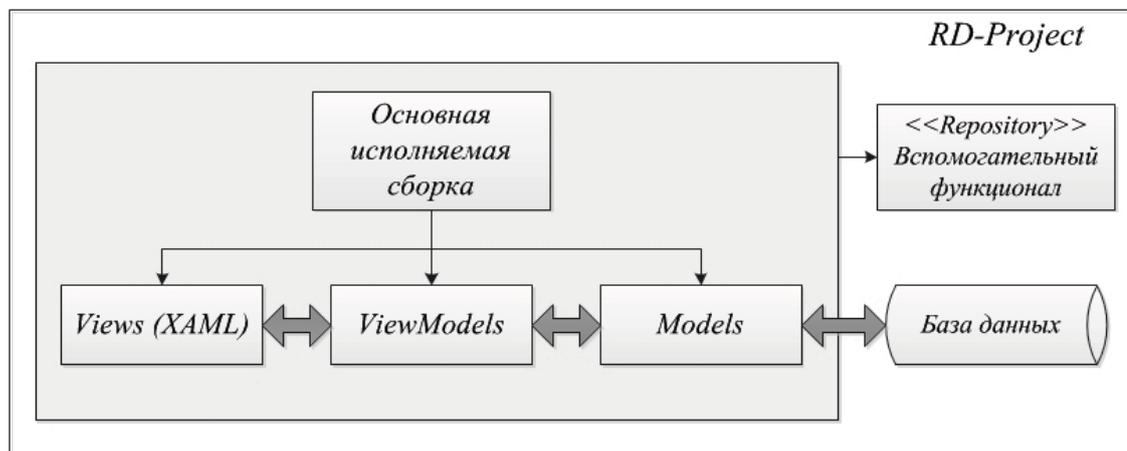


Рис. 3. Организация проекта на базе шаблона MVVM

Основная исполняемая сборка включает три компонента: представления (Views), модели (Models) и модели представлений (ViewModels). Взаимодействие проекта с базой данных осуществляется через методы, описанные в соответствующем компоненте Models. Рассмотрим подробнее, что включают в себя представленные компоненты.

Модели (Models) и Модели представлений (ViewModels)

Данные компоненты описывают соответственно модель предметной области и связь модели предметной области с представлениями.

Представления (Views)

Представлениями являются различные рабочие области приложения, открываемые в соответствие с запросами пользователя.

Разрабатываемый проект содержит следующие представления: общее окно приложения, окно идентификации пользователя и подключения к базе данных, а также следующие рабочие области: «Пациент», «Поиск пациента», «Измерение», «Результаты измерений», «Методики измерений».

Стоит отметить, что общее окно приложения является контейнером для рабочих областей и содержит лишь логику переключения между ними через меню пользователя. Рабочие области «Пациент» и «Поиск» представлены на рис. 4.

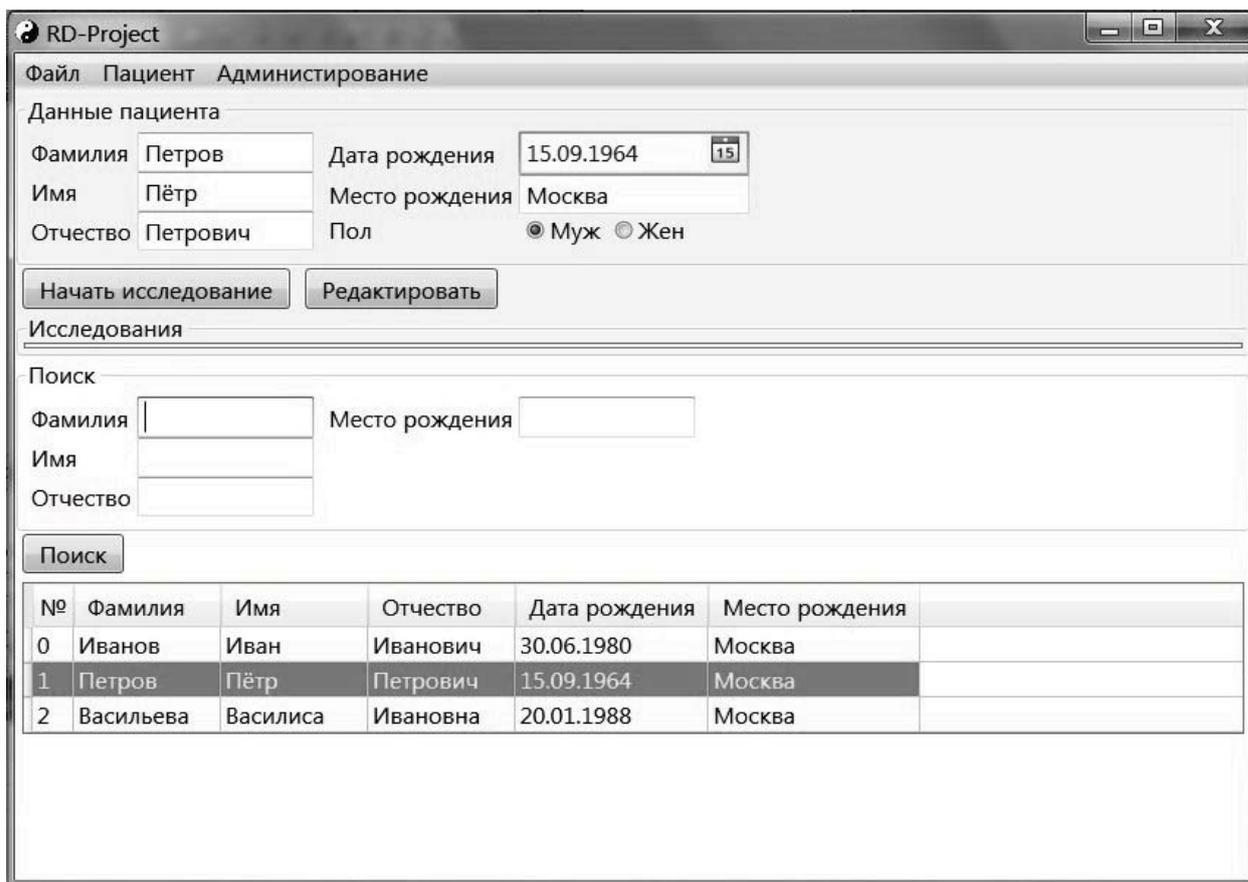


Рис. 4. Главное окно разрабатываемого проекта

Разрабатываемый проект позволяет проводить поиск пациента по базе данных, добавление новых пациентов и редактирование данных существующих пациентов. Для пациентов, пришедших на повторный прием, возможен просмотр результатов предыдущих исследований. После запуска исследования открывается рабочая область «Измерение» (рис. 5). Рабочая область «Измерение» содержит информацию о текущем пациенте, измеряемой БАТ и предварительных результатах исследования, а также область уведомлений о состоянии прибора (запущено исследование, произошел отпуск электрода и т.п.). Процесс измерения реализован таким образом, что при необходимости предоставляется возможность повторного измерения в выбранных БАТ. После завершения измерения результаты сохраняются в базе данных. Полученные результаты могут быть обработаны по одной из методик, представленных в рабочей области «Результаты измерений», непосредственно после измерения или позже с формированием отчета о проведенном исследовании.

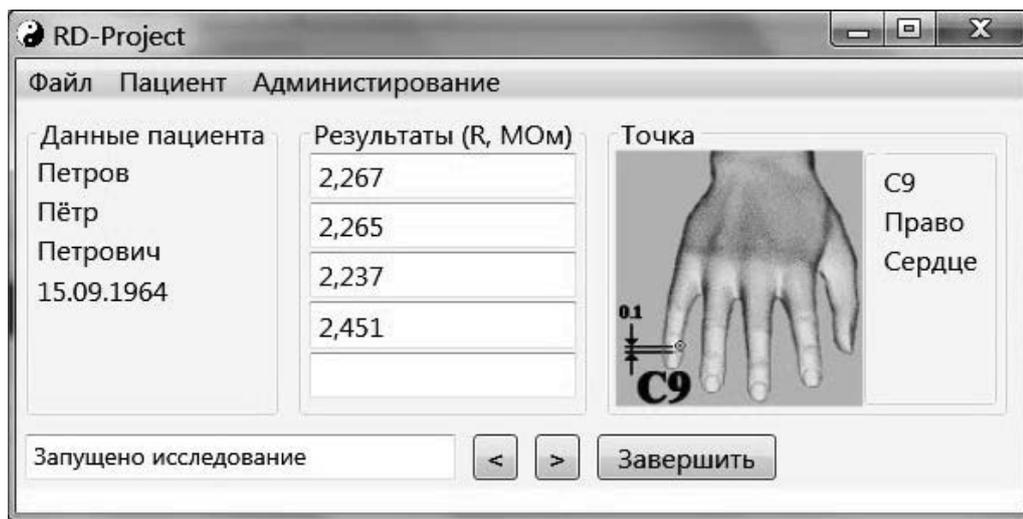


Рис. 5. Окно проведения исследования

Разработанный АПК для электропунктурной диагностики позволяет проводить экспресс-оценку функционального состояния организма человека в целом, а также его отдельных органов и систем. Программное обеспечение автоматизирует обработку полученных результатов, предоставляет возможность быстрого анализа динамики изменений и упрощает хранение результатов исследований.

Список литературы

1. Современные теории // Электронный атлас акупунктуры АсуBook.
2. О.А. Дудов, В.С. Фетисов. Алгоритмические аспекты построения систем для электропунктурной диагностики состояния пациента // Вестник УГАТУ. 2008. Т. 11. № 2(29). С. 169-177.
3. Прибор электропунктурной рефлексодиагностики «РД», Паспорт. 1991. 18 с.
4. М.В. Рагульская, В.В. Любимов. Приборное изучение воздействий естественных магнитных полей на БАТ человека: методы, средства результаты // Журнал электроники. 2000. № 11. URL. <http://jre.cplire.ru/jre/nov00/2/text.html> (дата обращения: 11.10.2012).
5. В.А. Загрядский, А.Е. Косоруков, В.А. Карпухин. Электробезопасность электропунктурной диагностики и некоторые метрологические аспекты // Рефлексотерапия. 2004. № 2(09). С. 22.
6. В.А. Карпухин, А.Е. Косоруков. Метод идентификации параметров нелинейной схемы замещения электрического адмиттанса кожи // Медицинская техника. 2010. № 2. С. 27.
7. ГОСТ 30324.0-95. Изделия медицинские электрические. Часть 1. Общие требования безопасности. М., 2009. 142 с.

8. Р. Маккартер. Проблемы и решения Model-View-ViewModel // Журнал MSDN Magazine. 2010. №7. URL. <http://msdn.microsoft.com/ru-ru/magazine/ff798279.aspx> (дата обращения: 25.09.2012).