

УДК 004.021

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ХРАНЕНИЯ, УЧЕТА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ В СОСТАВЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОИМПЕДАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

Щербаков И.Д., Алексанян Г.К., Щербакова М.В., Сулыз А.В.

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова,
Новочеркасск, e-mail: graer@yandex.ru*

Настоящая статья посвящена исследованию вопросов проектирования программного обеспечения в составе информационно-измерительной системы электроимпедансной томографии для решения задач хранения, обработки, анализа и реконструкции данных результатов исследований. В работе сформулированы требования к разрабатываемому программному обеспечению с учетом специфики его использования, а также государственных нормативных документов. На основании предъявляемых требований описаны основные принципы построения программного обеспечения, разработаны алгоритмы и блок-схемы функционирования основных компонентов. В результате выполненных работ на основе среды разработки IntelliJ Idea с применением объектно-ориентированного языка программирования высокого уровня Java разработано программное обеспечение, решающее поставленные задачи по поддержке исследований методом электроимпедансной томографии. При помощи разработанного программного обеспечения осуществляется взаимодействие с аппаратной частью информационно-измерительной системы. Кроме того, реализованы функции визуализации результатов обработки измерительных данных. Также пользователю доступны основные функции работы с архивом измерительной информации: внесение, хранение, поиск и выдача по информационным запросам информации о проведенных исследованиях. Показанные в работе результаты работы разработанного программного обеспечения демонстрируют возможность применения приложения в исследованиях методом электроимпедансной томографии.

Ключевые слова: электроимпедансная томография, передача данных

DEVELOPMENT OF THE MODULE OF STORAGE, ACCOUNTING AND VISUALIZATION OF THE RECONSTRUCTION RESULTS IN THE COMPOSITION OF THE ELECTROIMPEDANCE TOMOGRAPHY INFORMATION MEASUREMENT SYSTEM

Shcherbakov I.D., Aleksanyan G.K., Shcherbakova M.V., Sulyz A.V.

*South Russian State Polytechnic University (NPI) them. M.I. Platova, Novocherkassk,
e-mail: graer@yandex.ru*

This article is devoted to the study of software as a part of the electrical impedance tomography information-measuring system for solving problems of storing, processing, analyzing and reconstructing research results data. In the work, the requirements for the developed software are formulated, taking into account the specifics of its use, as well as government regulations. On the basis of the requirements, the basic principles of software design are described, algorithms and flowcharts for the functioning of the main components are developed. As a result of the work performed on the basis of the IntelliJ Idea development environment, using high-level object-oriented programming language Java, software has been developed that solves the task of supporting research by the method of electrical impedance tomography. With the help of the developed software, the interaction with the hardware of the information-measuring system is carried out. In addition, the visualization of the results of processing the measurement data. Also, the user has access to the basic functions of working with the archive of measurement information: entering, storing, searching and issuing information on the conducted research for information requests. The results of the work of the developed software shown in the work demonstrate the possibility of using the application in research by the method of electrical impedance tomography.

Keywords: electrical impedance tomography, data transfer

При выполнении исследований внутренних структур методом электроимпедансной томографии (ЭИТ) генерируются большие объемы измерительных данных, требующих обработки, анализа и хранения с возможностью организации оперативного доступа к ним. Таким образом, возникает проблема разработки программного обеспечения, отвечающего указанным требованиям.

Целью настоящей работы является техническая реализация программной части информационно-измерительной системы

ЭИТ. В рамках решения поставленных задач предложена разработка программного обеспечения (ПО) для обеспечения взаимодействия пользователя с устройством ЭИТ. Разработанное ПО является мультиплатформенным десктопным приложением.

Программное обеспечение предназначено для эффективной работы с данными исследований методом ЭИТ и базой ИО, с поддержкой следующих функций:

– взаимодействие с аппаратным обеспечением ЭИТ;



Рис. 1. Структурная схема ПО ЭИТ

- добавление карты исследуемого объекта (ИО) [1];
- вывод списка ИО на форму приложения;
- вывод полной информации об ИО на форму;
- поиск ИО;
- удаление из списка активных ИО;
- создание оперативного режима с упрощенным заполнением информации об ИО.

Материалы и методы исследования

Разработка ПО для решения поставленных задач ЭИТ [2] предполагает наличие ряда сложностей, связанных со спецификой данного направления. Основными требованиями к ПО для данного направления являются:

- высокая точность расчетов;
- возможность визуализации массивов данных;
- простота использования;
- статистическая обработка данных;
- ведение истории результатов исследований.

Для решения поставленных задач выбран язык программирования *Java* [3].

На сегодняшний день *Java* является одним из самых популярных и востребованных языков программирования. Широкое распространение выбранного языка программирования связано с применением объектно-ориентированного подхода, поддержкой большого числа операционных систем и легкостью изучения [3].

Разработка ПО на языке *Java* имеет следующие преимущества:

- кроссплатформенность;
- большое сообщество разработчиков;
- низкий порог вхождения;
- хорошая документация на русском языке;
- возможность разработки ПО на различных операционных системах [4].

Для выполнения поставленной задачи использована свободно распространяемая среда разработки *IntelliJ IDEA* [5] – интегрированное решение для ряда языков программирования, в частности *Java*, *JavaScript* [6], *Python* [7], разработанное компанией *JetBrains* [8].

Дополнительно использованное программное обеспечение для разработки интерфейса – *JFoenix* [9], это *Java* – библиотека с открытым исходным кодом, которая реализует *Google Material Design* [10] с использованием компонентов *Java*.

С учетом поставленных задач разработана структурная схема ПО, представленная на рис. 1.

Как можно видеть из схемы, представленной на рис. 1, предложенное ПО состоит из модуля получения измерительных данных, модуля визуализации и модуля архива.

Модуль получения измерительных данных выполняет функции связи с аппаратным обеспечением ЭИТ, осуществляет задание параметров исследования и их мониторинг, а также прием и обработку результатов измерения.

Модуль визуализации предназначен для реконструкции результатов исследования методом ЭИТ и вывода их на экранную форму.

Модуль архива реализует функцию хранения результатов измерений в структурированном виде, обеспечивая оперативный доступ к хранимым данным для последующего использования.

Программное обеспечение реализует два режима исследования методом ЭИТ: режим однократного измерения и режим длительного мониторинга. Блок-схема алгоритма режима однократного измерения показана на рис. 2.

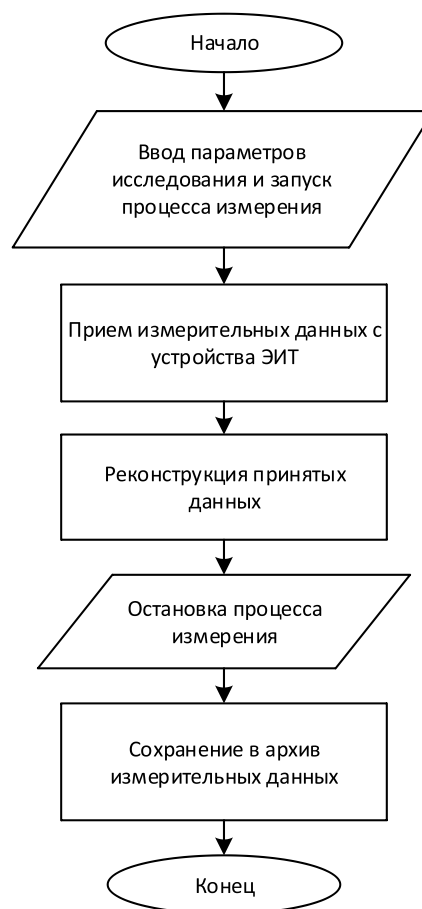


Рис. 2. Блок-схема алгоритма режима однократного измерения

Как видно из представленной блок-схемы, алгоритм работы ПО в данном режиме состоит из однократного выполнения функций задания параметров исследования, получения измерительных данных, визуализации результатов их реконструкции, и сохранения полученных результатов в архив. Данный режим работы предложенного ПО также можно назвать ручным.

Блок-схема алгоритма режима длительного мониторинга показана на рис. 3.

Представленная блок-схема, описывает алгоритм работы ПО в автоматическом режиме. Пользователю доступно задание длительности процесса мониторинга, после которого процесс автоматически прервется, ПО сохранит полученные измерения в архив. Кроме того, пользователю доступно автоматическое изменение параметров в заданных пределах с шагом N . Моментом завершения автоматического мониторинга будет являться достижение конечных значений параметров измерения. Таким образом, процесс автоматического мониторинга будет итерироваться по множеству $A \in [b; c]$ с шагом N , где b и c – начальные и конечные параметры измерения соответственно.

Результаты исследования и их обсуждение

Окно списка ИО является стартовым и отвечает за реализацию функционала по управлению картами ИО, включающую добавление и удаление карты пациента и вывод информации. Данное окно разработано в соответствии с ГОСТ Р 55544 [11] и показано на рис. 4.

Окно также содержит текстовое поле для поиска ИО по фамилии, имени и отчеству, в случае если исследуемый объект является человеком.

При нажатии на кнопку «Удалить карту» производится перевод записи выбранного ИО в режим «Не активен», после чего запись не будет отображаться в списке пациентов, но останется в базе данных.

Текстовое поле, находящееся над списком пациентов, предназначено для поиска карты пациента по ФИО.

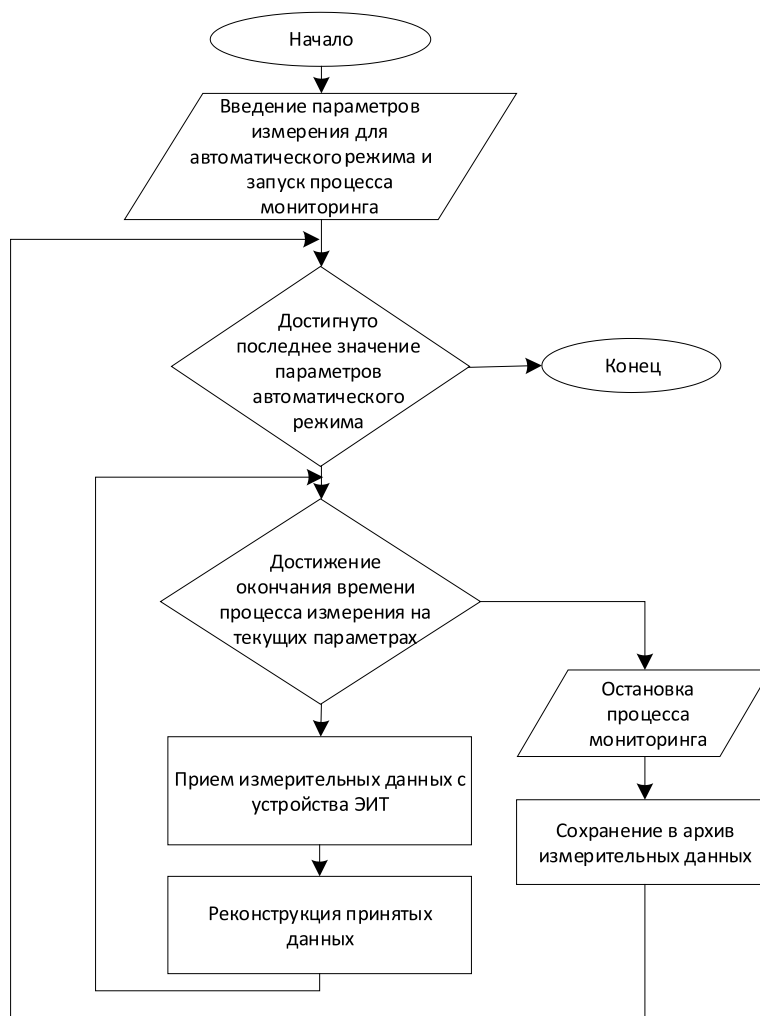


Рис. 3. Блок-схема алгоритма режима длительного мониторинга

Рис. 4. Окно списка ИО

При нажатии на кнопку «Создать карту» на экране появляется новое окно создания карты, разработанное в соответствии с приказом Минздрава России 18-1/1010 [12], оно изображено на рис. 5.

Рис. 5. Окно создания карты

Окно создания карты предназначено для внесения первичной информации об ИО. Данный раздел заполняется работником однократно при регистрации ИО. Внесенные сведения хранятся в карте ИО.

Окно настроек параметров исследования представлено на рис. 6. Пользователю доступен выбор между автоматическим и ручным режимом измерения, которые описаны выше. Кроме того, в окне представлены настройки параметров соединения с устройством ЭИТ и настройки непосредственно параметров исследования.

На рис. 7 представлено окно модуля визуализации, в котором осуществляется вывод информации результатов реконструкции измерительных данных, а также графиков изменения результатов измерения во времени. В данном окне пользователь выполняет запуск и остановку процесса исследования.

На рис. 8 показано окно архива. В данном окне осуществляется вывод информации о проведенных ранее исследованиях выбранного ИО. При выборе необходимой записи архива осуществляется запуск окна модуля визуализации.

Заключение

В результате выполненных работ на основе среды разработки *IntelliJ Idea* разработано программное обеспечение, решающее задачи по проведению исследований методом ЭИТ. При помощи разработанного программного обеспечения осуществляется взаимодействие с аппаратным обеспечением электроимпедансной томографии. Кроме того, реализованы функции визуализации результатов обработки измерительных данных.

Также пользователю доступны основные функции работы с архивом измерительной информации: внесение, хранение, поиск и выдача по информационным запросам информации о проведенных исследованиях.

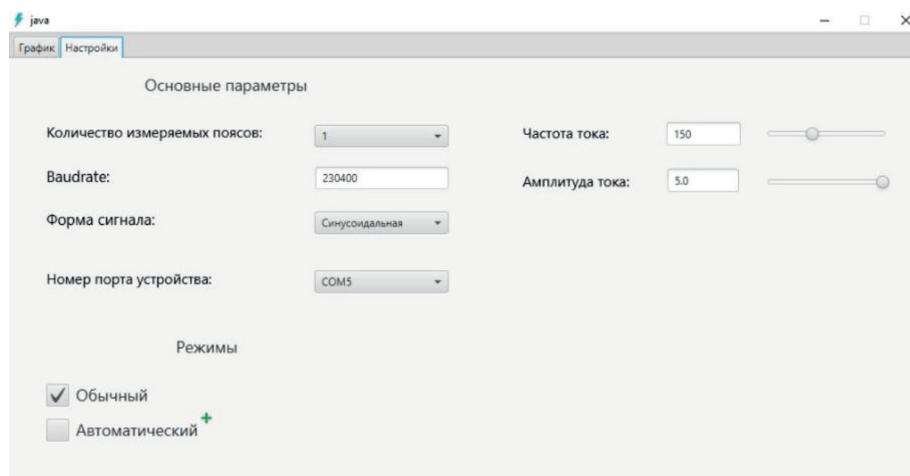


Рис. 6. Окно настройки параметров исследования

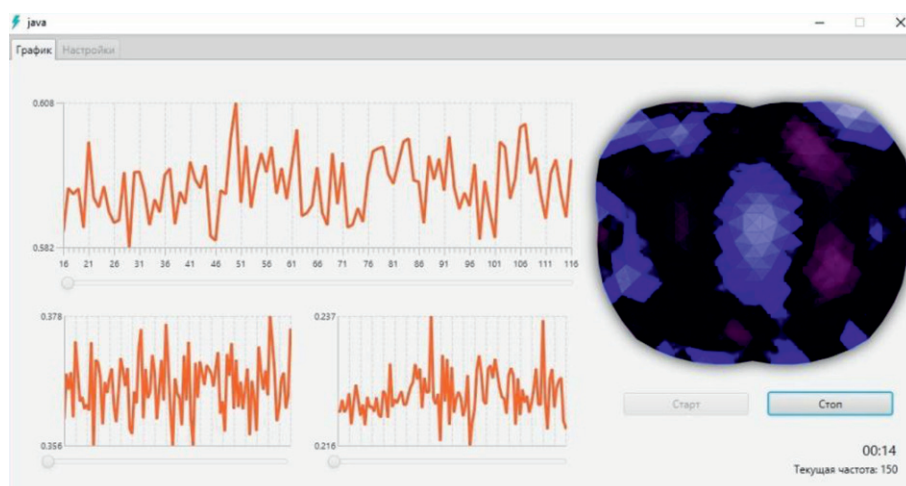


Рис. 7. Окно модуля визуализации результатов исследования

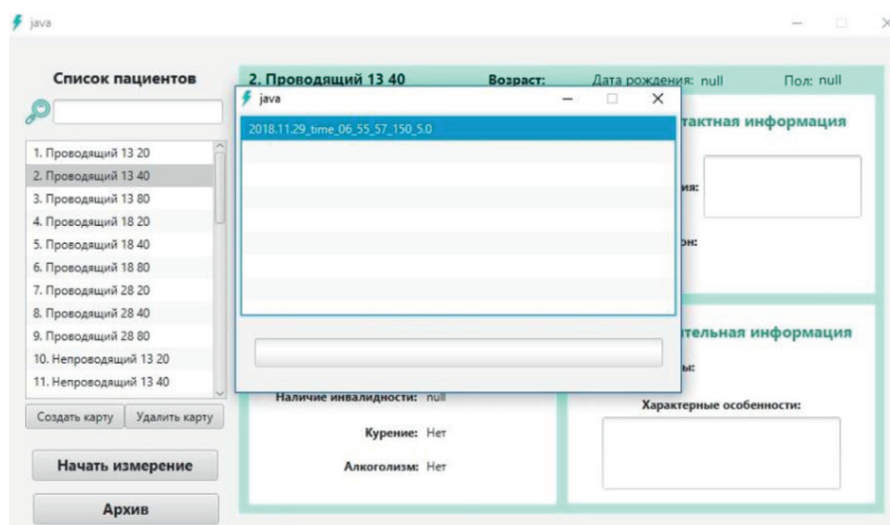


Рис. 8. Окно модуля визуализации результатов исследования

Разработанное программное обеспечение совместно с аппаратно-программным комплексом электроимпедансной томографии пригодно к использованию в исследовательских целях.

Работы выполняются в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МК-196.2017.8.

Список литературы

1. Проект медицинской электронной карты [Электронный ресурс]. URL: http://medspecial.ru/for_doctors/12/1113/ (дата обращения: 12.11.2018).
2. Алексанян Г.К., Денисов П.А., Кучер А.И. Исследование применимости натурно-модельного подхода для задач реконструкции поля проводимости при многочастотной электроимпедансной томографии // *Фундаментальные исследования*. 2016. № 11–5. С. 895–899.
3. Герберт Шилдт Java 8. Руководство для начинающих. 6-е изд. Вильямс: Издательский дом, 2015. С. 720.
4. Алексей Стахнов, Linux. 4-е изд. СПб.: «БХВ-Петербург», 2011. С. 725.
5. IntelliJ Idea The java IDE for professional developers [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jetbrains.com/idea/> (дата обращения: 12.11.2018).
6. JavaScript [Электронный ресурс]. URL: <https://www.javascript.com> (дата обращения: 12.11.2018).
7. Python [Электронный ресурс]. URL: <https://www.python.org> (дата обращения: 12.11.2018).
8. JetBrains Developer Tools for Professionals and Teams [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jetbrains.com> (дата обращения: 12.11.2018).
9. JFoenix [Электронный ресурс]. URL: <http://jfoenix.com> (дата обращения: 12.11.2018).
10. Google Material Design Making more with Material [Электронный ресурс]. URL: <https://material.io/design/> (дата обращения: 12.11.2018).
11. ГОСТ Р 55544-2013/IEC/TR 80002-1:2009. Программное обеспечение медицинских изделий. Часть 1. Руководство по применению ИСО 14971 к программному обеспечению изделий. М.: Стандартинформ, 2014. 64 с.
12. Приказ Минздрава России от 11 ноября 2013 г. №18-1/1010 «Основные разделы электронной медицинской карты» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420208194> (дата обращения: 12.11.2018).