

Российский государственный педагогический университет
им. А. И. Герцена

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИКИ И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

LXXVI Герценовские чтения
Международная научная конференция

Сборник научных статей

Санкт-Петербург
Издательство РГПУ им. А. И. Герцена
2023

Рецензенты:

В. Д. Будаев, доктор физико-математических наук, профессор,
РГПУ им. А. И. Герцена

И. А. Иванов, доктор педагогических наук, доцент,
РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина

Научные редакторы: **В. В. Орлов**, доктор педагогических наук, профессор;
М. Я. Якубсон, кандидат физико-математических наук, доцент

С 56

Современные проблемы математики и математического образования:
LXXVI Герценовские чтения: сборник научных статей / под науч. ред.
В. В. Орлова, М. Я. Якубсона. — Санкт-Петербург: Изд-во РГПУ
им. А. И. Герцена, 2023. — 354 с.

ISBN 978-5-8064-3351-1

В сборник включены статьи, раскрывающие возможные пути решения актуальных теоретических и практических проблем методики обучения математике в средней и высшей школе, различные направления модернизации отечественного математического образования и описывающие ряд актуальных результатов, полученных в различных областях математики.

Сборник адресован научным работниками, преподавателям вузов и учителям математики.

ББК 74.262.21 +74.48

ISBN 978-5-8064-3351-1

© Коллектив авторов, 2023
© РГПУ им. А. И. Герцена, 2023
© О. В. Гирдова, обложка, 2023

- [2] Альтергот А.В., Талипов С. Н. Алгоритмы построения выпуклой оболочки множества точек на плоскости // Вестник инновационного евразийского университета. — 2012. — № 1. — С. 221-226. — ISSN 1729-536X. Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/293775>
- [3] Люстерник Л. А. Выпуклые фигуры и многогранники. – Москва: Гостехиздат, 1956. — 212 с.

УДК 004.4

ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Э. Р. Топузов, Н. Б. Ампилова
Санкт-Петербургский государственный университет
Санкт-Петербург, Россия
e-mail: edem.topuzov@gmail.com

Аннотация. Статья посвящена созданию веб-ориентированной системы для оптимизации существующего процесса обработки данных медицинских исследований. На данный момент не известны системы, подходящие для индивидуальных исследований, например, диссертационных. Проанализирован существующий процесс обработки данных исследований в медицине, разработан и внедрен в эксплуатацию программный продукт, позволяющий хранить, анализировать и обрабатывать данные таких исследований.

Ключевые слова. Медицинские исследования, веб-ориентированная система, обработка данных.

Web-oriented system for processing medical data E. R. Topuzov, N. B. Ampilova

Abstract. The work is devoted to the creation of a web-oriented system to optimize the existing data processing procedure of medical research. At the moment, there are no known systems suitable for individual research, for example, dissertation. The existing data processing process of scientific research in medicine was analyzed, a software product was developed and put into operation that allows storing, analyzing and processing data from such studies .

Keywords. Medical research, web-based system, data processing.

Введение

Технологические достижения в медицине в сочетании с новыми возможностями обработки масштабных объемов информации в области здравоохранения не только открывают перспективы развития в этой отрасли, но и создают связанные с этим проблемы. Современная доказательная медицина требует обширных рандоми-

зированных исследований, в ходе которых проводится сбор множества показателей с дальнейшей статистической обработкой результатов [1, 5, 7].

Современные объемы медицинских данных огромны, а процесс извлечения полезной информации достаточно трудоемкий [4]. Для решения подобных задач используются медицинские информационные системы. Однако в настоящее время, они, как правило, ориентированы на решение узкого круга клинических задач [2, 6].

Обзор исследований в этой области показывает, что к настоящему моменту не известны системы, разработанные в рамках диссертационных работ или государственных заданий, которые можно использовать для индивидуальных исследований.

Нами был проведен анализ существующих процессов обработки данных медицинских исследований. Большинство программных решений, связанных с обработкой результатов медицинских исследований, сводится или к созданию электронных медицинских карт, или к системам, которые на основе клиничко-лабораторных данных предполагают возможный диагноз.

Обычно это предусматривает создание медицинских информационных систем. Например, в России широкое распространение получила qMS [5].

Каждая медицинская научно-исследовательская работа подразумевает создание собственного дизайна исследования, включающего определенный набор показателей, а также группировку, сортировку по пациентам и полученным данным с последующей статистической обработкой, что указанные медицинские информационные системы не позволяют сделать.

В связи с этим текущее решение, используемое врачами-исследователями, сводится к технической работе формирования множества таблиц Excel с копированием данных между ними, что является трудозатратным и неудобным.

Предлагаемый нами вариант решения проблемы – разработка веб-ориентированной системы, которую можно использовать на различных этапах медицинских исследований: от ввода данных о пациентах до автоматического анализа показателей и предоставления прогностических данных.

Преимущества такой системы заключаются в следующем:

- отсутствие громоздкости, как архитектура, так и пользовательский интерфейс должны содержать лишь те компоненты, которые необходимы для решения поставленной задачи;
- оптимизация процесса медицинских исследований за счет сокращения времени на внесение и стандартизацию собранных данных;
- удобство создания и использования баз данных благодаря разработке интуитивно понятного интерфейса управления данными медицинских исследований;
- возможность создания индивидуального дизайна медицинского исследования путем добавления необходимых групп пациентов, показателей и данных;

- возможность совместного удаленного доступа к информационной системе для чтения, пополнения, анализа и обработки информации с защитой от потери данных, что может быть достигнуто путем создания веб-сервиса с функцией резервного копирования.

Разработка программного комплекса

Перед разработкой был определен технологический стек (таблица 1).

Таблица 1. Технологический стек разрабатываемой системы

Параметр	Значение
Веб-фреймворк	Ruby on Rails
Система управления базами данных (СУБД)	PostgreSQL, MongoDB
Аутентификация	Devise
Авторизация	ActionPolicy, RoleModel
Контроль изменений в базе данных (БД)	PaperTrail
Работа со статистикой	ruby-statistics
Импорт и экспорт Excel	RubyXL
Средство контейнеризации	Docker
Веб-сервер	Puma
Обратный прокси-сервер	Nginx
Средства тестирования	RSpec, Simplecov
Линтер	Rubocop
Средство отслеживания уязвимостей	Bundle Audit
Сборка фронтенд	Webpack
Шаблонизатор	Slim
Система контроля версий (удаленный репозиторий)	Git (GitHub)

В качестве фреймворка для разработки был выбран Ruby on Rails, в качестве системы СУБД – PostgreSQL и MongoDB. В качестве веб-сервера – Puma, в качестве обратного прокси-сервера – Nginx. Предусмотрена контейнеризация с помощью Docker.

Приложение разработано и развернуто на виртуальном выделенном сервере. В системе реализован функционал, обеспечивающий:

- создание дизайна медицинского исследования;
- внесение данных, в т.ч. согласно группам и подгруппам, выделенным в дизайне;
- предоставление разных уровней доступа к системе (полные права, ограниченные права) для обеспечения безопасности данных;
- контроль со стороны главного исследователя изменений в базе данных, сделанными разными пользователями;

- регулярное резервное копирование и восстановление (при необходимости) копий БД;
- проведение анализа содержимого БД, внесенных в систему, путем поиска и просмотра данных по заданным параметрам;
- выгрузку внесенных данных в таблицы Excel;
- кодирование данных, внесенных в систему с присвоением кодов для регистрации БД и подготовки к использованию в программах статистической обработки;
- группировку данных с выгрузкой в таблицы Excel для проведения статистической обработки, основанное на выделении определенных группирующих показателей (как одиночных, так и множественных);
- проведение статистического анализа.

Разработанная система покрыта тестами. Процент покрытия тестами – 99.87

В таблице 2 представлено сравнение различных критериев при обработке данных медицинских исследований при использовании медицинских информационных систем на примере qMS, таблиц Excel или Google Spreadsheet, а также разработанной системы.

Как видно, разработанная система имеет ряд преимуществ перед представленными к сравнению вариантами.

Заключение

Веб-ориентированная система для обработки данных медицинских исследований апробирована и внедрена в эксплуатацию в медицинском научном центре. Продукт в течение полугода используется четырьмя научными группами в составе 10 человек, внесено около 16000 показателей исследований. За время эксплуатации система показала свою работу без сбоев, от пользователей получена положительная обратная связь, а также запросы для расширения функционала.

1. Проведен обзор существующих подходов к обработке данных исследований в медицине.
2. Выявлены их недостатки, разработана стратегия для увеличения удобства этого процесса.
3. Спроектирована архитектура веб-ориентированной системы для обработки данных медицинских исследований, подобраны подходящие для решаемой задачи инструменты.
4. Разработано веб-приложение для хранения, анализа и обработки данных медицинских исследований согласно предъявляемым требованиям.

5. Разработанная система успешно протестирована и апробирована.
6. Разработанный программный продукт внедрен в эксплуатацию и применяется в научной практике в медицинском научном центре.

Разработанный продукт допускает дальнейшее развитие. Возможна реализация предсказания выгружаемых отчетов, построение и экспорт диаграмм и графиков, расширение перечня поддерживаемых методов статистической обработки, необходимых для конкретных исследований, что в конечном счете позволит полностью отказаться от использования дополнительных программных комплексов для статистического анализа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [1] Гусев А. В. Перспективы применения больших данных в российском здравоохранении // *Московская медицина*. – 2022. – № 1(47). – С. 26–30.
- [2] Луценко Е. В. Развитие медицинских информационных технологий в Российской Федерации // *Вятский медицинский вестник*. – 2017. – No 2(54). – С.73–77.
- [3] Шаханов А. С., Ушакова Е. В. Использование современных информационных технологий в государственном управлении // *Трансформация бизнеса и общественных институтов в условиях цифровизации экономики*. – 2020. – С. 199–211.
- [4] Auffray C., Balling R., Barroso I., et al. Making sense of big data in health research: towards an EU action plan // *Genome medicine*. – 2016. – 8(1) – P. 1–13.
- [5] Evidence-Based Medicine Working Group. Evidence-based medicine. A new approach to teaching the practice of medicine // *JAMA*. – 1992. – V. 268. – No. 17. – P. 2420–2425.
- [6] Magrupov T., Yusupov S., Talatov Y. et al. Intelligent Medical System of Designing Medical Technics and Technology // *2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*. – IEEE, 2020. – P. 1–4.
- [7] Moutselos K. et al. Trustworthy data processing for health analytics tasks // *2018 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*. – IEEE, 2018. – P. 3774–3779.

Таблица 2. Сравнение различных способов хранения и обработки данных медицинских исследований

Критерий	МИС (на примере qMS)	Таблицы Excel, Google Spreadsheets	Разработанная система
Подбор пациентов для исследования из общей базы данных	+	-	+
Хранение текстовых приложений с дополнительной информацией о пациентах	+	-	+
Возможность создания дизайна конкретного исследования	-	+	+
Возможность хранения данных для конкретного исследования	-	+	+
Возможность автоматизированной индивидуальной группировки данных по показателям согласно дизайну конкретного исследования	-	-	+
Возможность автоматизированного статистического анализа данных конкретного исследования по заданным группам	-	-	+
Возможность выгрузки данных в виде таблиц для последующей статистической обработки	-	+	+
Возможность автоматизированной группировки данных для последующей статистической обработки	-	-	+
Гибкое ограничение прав пользователей для конкретного исследования	-	-	+
Хранение данных и информации группы контроля (здоровые и добровольцы)	-	+	+