

УДК 621.3.049.77–048.24:537.2

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ТЕНЗОПЛАТФОРМЫ

Елец Н.М., Терещиленко Д.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Давыдова Н.С. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ИКТ

**Аннотация.** Представлены результаты разработки программного обеспечения для анализа и визуализации данных тензоплатформы. Подробно описаны структура, функциональные возможности и интерфейс программы.

**Ключевые слова:** динамометрическая платформа, динамические характеристики

**Введение.** Целью данной работы является создание программного обеспечения для анализа и визуализации данных тензоплатформы.

Сила является важнейшей динамической характеристикой движения. С ней непосредственно связаны момент силы и другие важные биомеханические характеристики. Не случайно за последние годы предложено множество способов измерения усилий спортсмена в различных видах спорта. Наибольшее распространение получил тензометрический метод измерения усилий. Метод основан на свойствах некоторых физических материалов изменять свои характеристики, в частности, электрическое сопротивление при деформации. Измерительная схема преобразует электрическое сопротивление датчика в электрическое напряжение, которое пропорционально измеряемым усилиям [1].

Тензометрические установки позволяют регистрировать горизонтальную и вертикальную составляющие усилий спортсменов при выполнении различных движений. Развитие компьютерной техники и применение многоразрядных высокоскоростных АЦП сделало возможной не только регистрацию сигналов тензодатчиков, но и их цифровую обработку в реальном времени, визуализацию деформаций на экранах мониторов [2].

**Основная часть.** Основные алгоритмы обработки данных тензоплатформы выполнены в пакете прикладных программ для решения задач технических вычислений *MATLAB*. Для интегрирования алгоритмов кода *MATLAB* в структуру программы использован *MATLAB CODER*, позволяющий генерировать эквивалентный читаемый и переносимый код на таких языках программирования как *C*, *C++*, *Fortran*.

Программа для анализа и визуализации данных тензоплатформы написана на языке *C++* с использованием фреймворка *Qt*.

Рассмотрим общую структуру проекта и типы используемых файлов. *Tensotrack.pro* содержит – программные команды, с помощью которых автоматизируется процесс сборки и конфигурации проекта для текущей платформы. Следующий тип файлов – заголовочные файлы, которые имеют расширение. *h*. Целью заголовочных файлов является удобное хранение набора объявлений объектов для их последующего использования в других программных файлах. Далее в проекте размещены *.cpp* файлы, это исходный код, написанный на языке программирования *C++*. Последними размещаются *UI*-файлы *Qt Designer*, представляющие собой дерево виджетов формы в формате *XML*. Формы могут быть обработаны в визуальном интерфейсе редактирования форм. Структура проекта отображена на рисунке (рисунок 1).

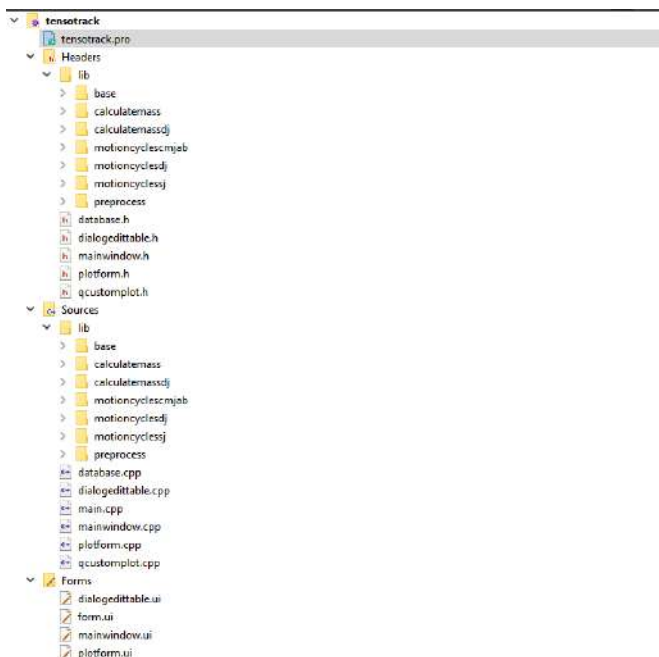


Рисунок 1 – Структура проекта программы для анализа и визуализации данных тензоплатформы

Для удобного взаимодействия пользователя с программой, ее функционал разделен на несколько связанных между собой окон:

**1. Основное окно программы (рисунок 2).**

В основном окне программы реализованы следующие функции:

- отображение записей спортсменов хранящихся в базе данных;
- возможность добавления, редактирования и удаления записей спортсменов;
- отображение записей, удовлетворяющих поиску по категориям: фамилия, имя или тип спорта;
- фильтрация отображения записей спортсменов по спортивной квалификации;
- сортировка отображения записей по убыванию или возрастанию;
- выбор типа прыжка загружаемого файла тензометрической установки;
- отображение результатов анализа ранее обработанных записей прыжков для каждого спортсмена хранящихся в базе данных с возможностью удаления.

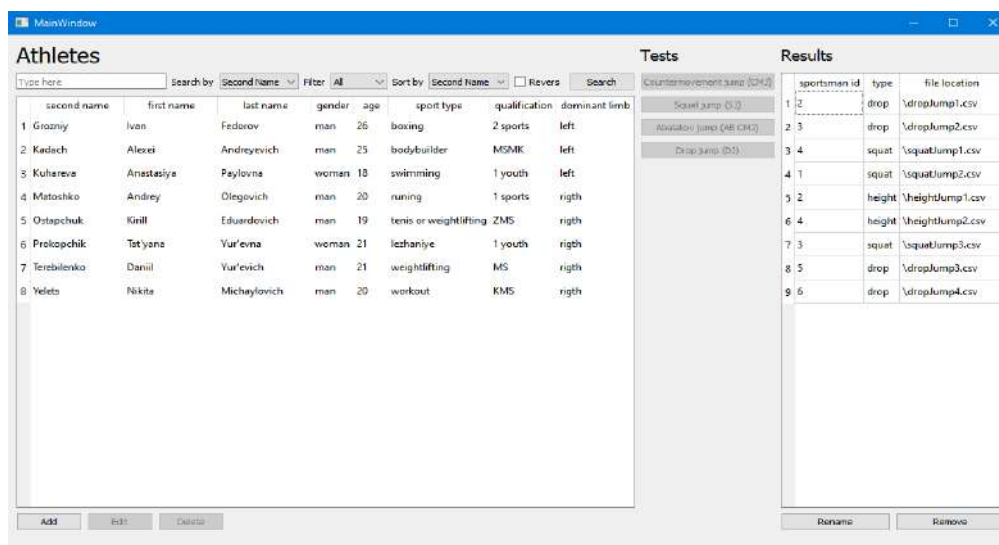


Рисунок 2 – Основное окно программы для анализа и визуализации данных тензоплатформы

## 2. Окно добавления и редактирования записей спортсменов (рисунок 3).

| Second Name | First Name | Last Name   | Gender | Birthdate  | Sport type  | qualification | Limb |
|-------------|------------|-------------|--------|------------|-------------|---------------|------|
| Kadach      | Alexei     | Andreyevich | man    | 1995-06-12 | bodybuilder | MSMK          | left |

Рисунок 3 – Окно добавления и редактирования записей спортсменов

## 3. Окно выбора файла для анализа.

Окно, используемое для выбора CSV-файла для последующей обработки. Вид окна выбора файла показан на рисунке (рисунок 4).

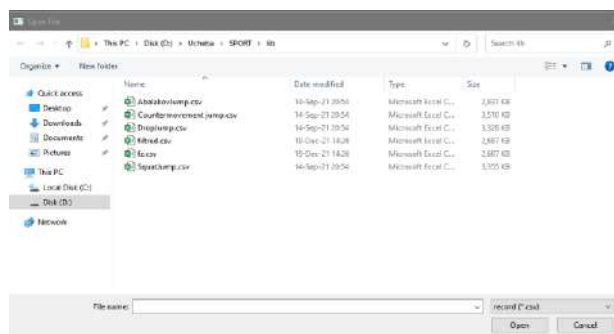


Рисунок 4 – Окно выбора файла для анализа

## 4. Окно отображения графика вертикальной силы реакции опоры.

После выбора файла для анализа, автоматически будет открыто окно отображения графика вертикальной силы реакции опоры. Используя разработанные и апробированные в *MATLAB* алгоритмы, программа автоматически определяет границы (начало и конец) каждого из прыжков, т.к. в одном файле записывается несколько попыток движения. Результатом анализа данных также является нахождение массы спортсмена и построение изолинии, соответствующей весу спортсмена.

Не всегда данные, полученные из файла, имеют корректный вид. Иногда спортсмены помимо прыжка совершают иные действия, которые впоследствии вносят неточность в нахождение границ прыжка. Для работы с такими файлами в программе предусмотрена возможность самостоятельно добавлять и удалять точки начала и конца прыжков. Для точности позиционирования имеется возможность масштабирования графика силы.

Тензометрические установки могут иметь разную частоту дискретизации сигнала вертикальной силы, поэтому в программе предусмотрена возможность ее изменения (по умолчанию 1000 Гц). Вид окна отображения графика вертикальной силы реакции опоры показан на рисунке (рисунок 5).

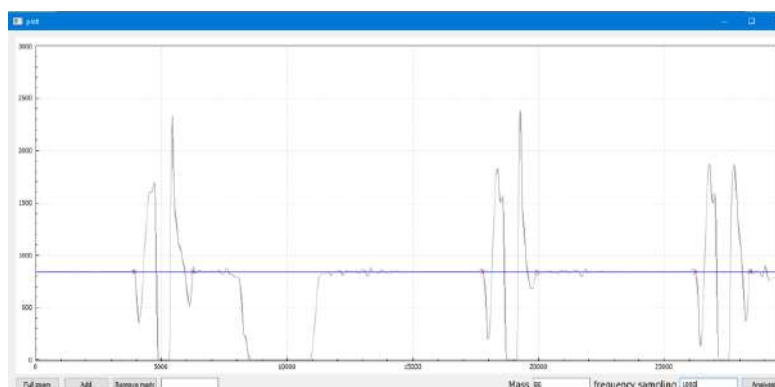


Рисунок 5 – Окно отображения графика вертикальной силы реакции опоры

**Заключение.** Результатом выполнения данной работы является разработанная программа для анализа и визуализации данных тензоплатформы.

Разработанное программное обеспечение позволяет обрабатывать данные, предварительно записанные в CSV-файл тензометрической установкой.

Реализованные в программе алгоритмы обработки позволяют анализировать данные вертикальной силы, находить границы прыжков в общем массиве данных, строить по ним графики с возможностью дальнейшего редактирования.

Используемая совместно с программой СУБД *MySQL* позволяет хранить и редактировать данные спортсменов, в том числе результаты анализа прыжков, в собственной базе данных.

Дальнейшее развитие программы позволит добавить в нее функции отдельного анализа каждого прыжка с подробным выводом данных динамических характеристик движения. Также имеется возможность портирования программы на другие операционные системы, в том числе мобильные. Размещение базы данных на удаленном сервере даст возможность получать доступ к записям с нескольких устройств.

### **Список литературы**

1. studref [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studref.com/546183/meditsina/tenzometriya>. – Дата доступа: 25.03.2021.
2. reserchgate [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.researchgate.net/figure/Figure-1-Examples-of-vertical-jump-modalities-A-SJ-squat-jump-B-SMJ-counter-movement\\_fig1\\_318714361](https://www.researchgate.net/figure/Figure-1-Examples-of-vertical-jump-modalities-A-SJ-squat-jump-B-SMJ-counter-movement_fig1_318714361) – Дата доступа: 04.04.2021.
3. matlab [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://exponenta.ru/matlab-coder> – Дата доступа: 06.04.2021.
4. mathworks [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.mathworks.com/help/matlab/matlab\\_external/changing-default-compiler.html](https://www.mathworks.com/help/matlab/matlab_external/changing-default-compiler.html) – Дата доступа: 09.10.2021.
5. codernet [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://codernet.ru/books/c\\_plus/professionalnoe\\_programmirovanie\\_na\\_c\\_m\\_shlee/](https://codernet.ru/books/c_plus/professionalnoe_programmirovanie_na_c_m_shlee/) – Дата доступа: 29.09.2021.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

## **SOFTWARE FOR ANALYSIS AND VISUALIZATION OF DATA FROM THE DYNAMOMETRIC PLATFORM**

*Yelets N.M., Terebilenko D.Y.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus*

*Davydova N.S. – PhD, assistant professor, associate professor of the department of ICT*

**Annotation.** The results of the development of software for the analysis and visualization of strain platform data are presented. The structure, functionality and interface of the program are described in detail.

**Keywords:** force platform, dynamic characteristics