

УДК 004.5

СТРУКТУРА ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА УПРАВЛЕНИЯ РЕАБИЛИТАЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА

К. И. ПАТУТИН, А. С. НИКИТИНА, Д. Е. ПОГОНИНА
Научный руководитель А. Д. ОБУХОВ, д-р техн. наук, проф.
Тамбовский государственный технический университет
Тамбов, Россия

В последние годы активно развиваются инновационные системы для физиотерапии и реабилитации, которые значительно расширяют возможности реабилитационной тренировки пользователей. Эти технологии охватывают широкий спектр задач, включая реабилитацию после инсульта, лечение травм, восстановление двигательных функций и улучшение общей мобильности.

Однако усложнение технической системы увеличило сложность взаимодействия между ключевыми элементами реабилитационного тренажера [1], которыми выступают пользователь и оператор. Для решения этой задачи предлагается структура человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) управления, которая позволит оператору эффективно управлять процессом реабилитации для обеспечения максимального вовлечения пользователя. Оператор будет помогать пользователю с управлением дорожки, корректируя параметры и отслеживая его состояние, а для повышения интереса пользователей будут использоваться различные игровые элементы, чтобы процесс восстановления был увлекательным и продуктивным.

Работа оператора с системой организована в виде последовательного перемещения по страницам интерфейса, каждая из которых предоставляет определённый набор действий и функциональных возможностей. На рис. 1 продемонстрированы переходы между страницами, которые осуществляются оператором посредством нажатия соответствующих кнопок, при этом система контролирует корректность и допустимость каждого перехода.

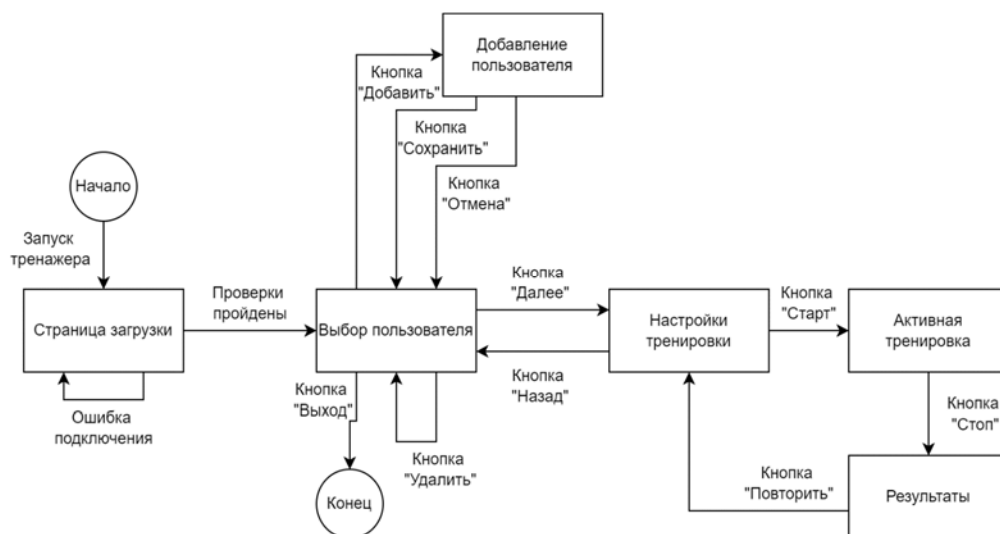


Рис. 1. Схема навигации интерфейса оператора

Процесс взаимодействия оператора и реабилитационного тренажера начинается со страницы загрузки, которая определяет готовность всех подсистем тренажера. После успешного шага инициализации системы оператор переносит на страницу работы с профилями пользователей, где у него отображается список уже зарегистрированных людей внутри базы данных. Помимо выбора текущего для тренировки пользователя, на данной странице доступны действия по управлению текущим списком в базе данных: удаление устаревших записей, а также добавления новой и редактирование ошибочной записи о пользователе на странице добавления пользователя.

Далее оператор переходит на страницу конфигурирования тренировки, где осуществляется выбор тренировочного упражнения и списка доступных сценариев, полученных из ЧМИ задач. Каждое упражнение представляет собой определенную среду с набором различных элементов, взаимодействие пользователя с которыми образует процесс реабилитационной тренировки. После выбора сценария оператору предоставляется возможность настроить его параметры: уровень сложности, скоростные характеристики дорожки.

Нажатие кнопки «Старт» на странице настройки инициирует запуск тренировочного процесса. На этой странице запускаются в работу интерфейс нагрузки, осуществляющий сбор двигательных данных, и интерфейс задач, отвечающий за визуализацию тренировочной среды и формирование управляющих воздействий на пользователя. В течение тренировки оба интерфейса в реальном времени предоставляют оператору и пользователю информацию о ходе выполнения упражнений. Навигационные кнопки «Назад» в активной фазе заблокированы во избежание случайного прерывания сеанса. Единственным доступным управляющим воздействием является кнопка «Стоп», предназначенная для завершения тренировки, после которой выполняется расчёт итоговых метрик в структурированном табличном виде.

Практическая значимость человеко-машинного интерфейса управления заключается в повышении управляемости процесса реабилитации, т. к. ЧМИ выстраивает эффективное взаимодействие между пользователем и оператором, гарантируя обратную связь и создавая основу для индивидуального подхода к выполнению реабилитационной тренировки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках проекта «Разработка медицинских VR тренажерных систем для опорно-двигательной реабилитации с биологической обратной связью» (№ 124032800018-5).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патутин, К. И. Формализованная постановка задачи выбора человеко-машинного интерфейса для реабилитирующих тренажеров / К. И. Патутин // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., Тамбов, 10–12 нояб. 2025 г. – Тамбов : Тамбов. гос. техн. ун-т, 2025. – С. 130–133.