

УДК 004.94

Применение технологий смешанной реальности для проведения эргономических испытаний

Макаренков Данил Алексеевич

danil.makarenkov@mail.ru

SPIN-код: 5440-2154

Шаповалов Анатолий Витальевич^(*)

shapovalovav@bmstu.ru

SPIN-код: 5215-6619

Казаку Илья Александрович

ilyakazaku2013@yandex.ru

SPIN-код: 8525-0725

Яросвет Дарьин Виленович

yarosvet6@gmail.com

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены перспективы применения технологий смешанной реальности для отработки эргономики и проведения эргономических испытаний с совмещением натурных макетов и виртуальных объектов. Проведен обзор существующих методов отработки эргономики на примере создания полномасштабных макетов. Предложена схема проведения испытаний на стенде эргономической отработки с использованием технологий смешанной реальности. Приводятся преимущества и ограничения данной технологии. Перечислены возможные формы выходных данных испытаний и функционал испытателя.

Ключевые слова: смешанная реальность, эргономика, эргономические испытания, тренажер

Application of mixed reality technologies for ergonomic testing

Makarenkov Danil Alekseevich

danil.makarenkov@mail.ru

SPIN-code: 5440-2154

Shapovalov Anatoly Vitalievich^(*)

shapovalovav@bmstu.ru

SPIN-code: 5215-6619

Kazaku Ilya Aleksandrovich

ilyakazaku2013@yandex.ru

SPIN-code: 8525-0725

Yarosvet Dar'in Vilenovich

yarosvet6@gmail.com

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The article considers the perspectives of using mixed reality technologies for ergonomic development and testing by combining full-scale mockups and virtual objects. The article reviews existing ergonomic testing methods using full-scale models as an example. It proposed the testing scheme for the ergonomic stand using mixed reality technologies. It is given the advantages and limitations of this technology. It is listed the possible forms of output data testing and the tester's functional capabilities.

Keywords: mixed reality, ergonomic, ergonomic tests, simulator

Введение. Эргономика играет ключевую роль в проектировании кабин пилотов, рабочих мест космонавтов и других мест, где осуществляется взаимодействие человека и техники. Традиционные методы эргономических испытаний включают разработку полномасштабных макетов и использование специализированных тренажеров. Эти методы применяются как в авиации, так и при создании пилотируемых космических аппаратов, включая модули международной космической станции (МКС).

Для МКС в Космическом центре им. Л. Джонсона (NASA) был создан полномасштабный макет космических модулей (англ. Space Vehicle Mockup Facility (SVMF)) [1] для отработки расположения оборудования и тренировок космонавтов, а также отработки действий в нештатных ситуациях, таких как пожары или разгерметизация. Подобные испытания также производились в Центре подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина на макетах модулей российского сегмента МКС. Эти испытания позволяли выявить геометрические и функциональные несоответствия. Однако итерационная доработка конструкции с подтверждением на натурных макетах требовала значительных временных и финансовых затрат.

Подготовка экипажей в авиации осуществляется с использованием тренажеров (например, Boeing 737, Airbus A320). Из-за высокой стоимости такие тренажеры создаются на конечных этапах проектирования после оптимизации пространства кабины и приборных панелей.

Несмотря на высокую точность подобию натурных макетов и тренажеров, их итоговая стоимость и ограниченная масштабируемость побуждают искать альтернативные подходы.

Смешанная реальность (англ. Mixed Reality MR) — технология, которая объединяет элементы виртуальной и дополненной реальности, позволяя пользователю взаимодействовать как с виртуальными, так и с физическими объектами. MR шлемы, такие как Oculus Quest 3, Microsoft HoloLens и др., оснащены датчиками глубины и системами отслеживания движений, что позволяет создавать интерактивные среды, где виртуальные объекты интегрированы в физическое пространство.

Смешанная реальность позволяет упростить конструкцию макетов и тренажеров, заменив ее часть на виртуальные 3D-модели, что дает возможность перенести часть этапов отработки в MR среду. MR может быть использована для создания виртуальных прототипов кабин пилотов, рабочих мест космонавтов и других технических средств, где требуется соблюдение требований эргономики. Это позволяет инженерам тестировать различные конфигурации на раннем этапе разработки без необходимости создания физических макетов, что сокращает время и стоимость разработки.

В пресс-релизе Airbus [2] представлена концепция иммерсивного удаленного взаимодействия (англ. immersive remote collaboration), основанная на технологии MR. Данная платформа позволяет удаленно подключаться к рабочей среде через MR-устройства, обеспечивая взаимодействия с 3D-моделями и голографическими подсказками в реальном времени, что позво-

ляет оперативно изменять конфигурации изделия (например, расположение кресел) для достижения оптимального результата.

Для отработки эргономики предлагается следующая структура тренажера с использованием макета внутреннего интерьера будущего изделия (кабина пилота, салон самолета, космический модуль). Как показано на рисунке, часть конструкции заменятся на виртуальные объекты, отображаемые в шлеме MR. Структура ПО включает в себя блок подготовки сцены, в котором производится назначение интерактивных свойств, подготовка, позиционирование и оптимизация 3D-моделей для загрузки в MR. Также имеется средства связи для передачи команд от руководителя и средства визуального наблюдения за проведением испытаний. Испытатель имеет возможность перемещать 3D-объекты, производить измерения, проходить обучение по работе со сборкой/разборкой элементов интерьера, отрабатывать действия во время нештатной ситуации. Выходные данные представляют из себя полную симуляцию сцены, где фиксируются внесенные изменения в конструкцию, наиболее используемые зоны пространства, траектория движения частей тела испытуемого, затраченное время на выполнение каждого действия, запись данных голосовой связи и видеонаблюдения.

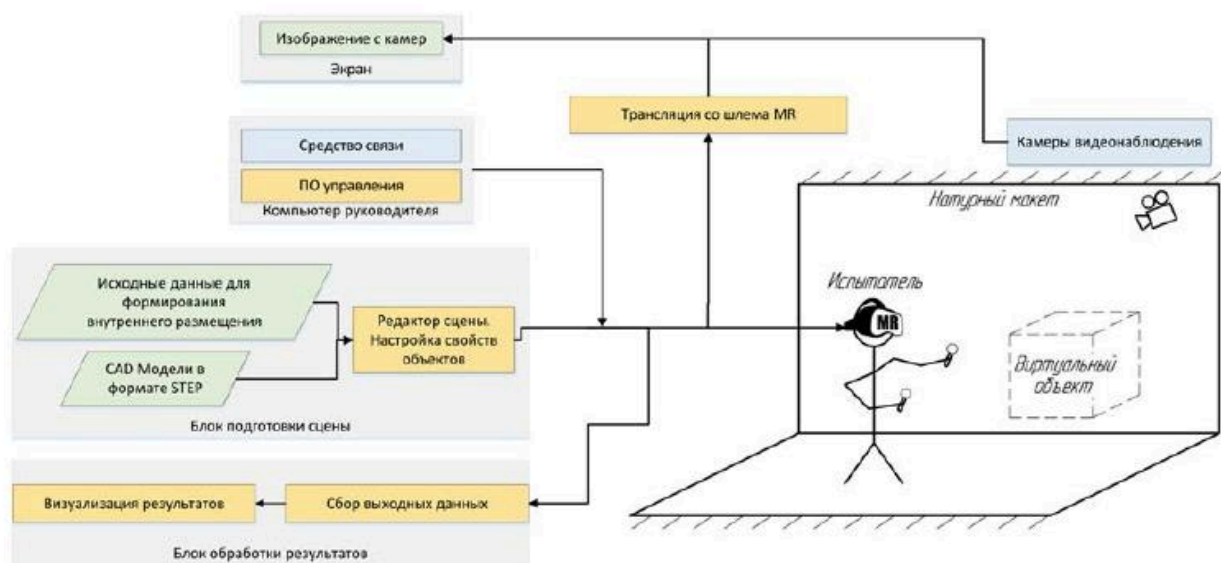


Схема проведения эргономических испытаний с использованием MR

Основными преимуществами использования MR являются:

- сокращение времени и затрат на разработку;
- возможность проведения эргономической отработки на ранних этапах проектирования;
- повышение точности эргономических исследований за счет интеграции средств захвата движения.

Однако существуют и ограничения, такие как необходимость специализированного программного обеспечения и ограниченная точность отслеживания движений человека. Кроме того, использование MR требует обучения

персонала новым методам работы. Тем не менее, развитие аппаратного и программного обеспечения позволит снять данные ограничения.

Заключение. Технологии смешанной реальности представляют новый шаг в развитии методов эргономических испытаний. Они дают возможность отказаться от дорогостоящих и ресурсоемких натурных макетов на ранних стадиях разработки, максимально ускорить проектирование и повысить правильность принимаемых решений. Комбинирование MR и традиционных методов позволяет сократить временные и финансовые затраты на эргономические испытания.

Список источников

- [1] Space Vehicle Mockup Facility. URL: <https://www.nasa.gov/johnson/space-vehicle-mockup-facility> (дата обращения 20.03.2025).
- [2] Airbus unveils first immersive remote collaboration concept to ease aircraft cabin definition. URL: <https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2023-06-airbus-unveils-first-immersive-remote-collaboration-concept-to-ease> (дата обращения 20.03.2025).