



АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ РОЛИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТРЕНАЖЕРОВ В ФОРМИРОВАНИИ, ИЗМЕРЕНИИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ НАВЫКОВ КОМАНДНОЙ РАБОТЫ

ЕРМАКОВ С.С.

*Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ),
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4330-2618>, e-mail: ermakovss@mgppu.ru*

БЫСТРОВА Ю.А.

*Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ),
г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1866-0993>, e-mail: BystrovaYuA@mgppu.ru*

В статье рассматривается влияние обучения на компьютерных тренажерах на развитие навыков командной работы у операторов сложных систем, в частности, в авиации. Обоснована эффективность работы на компьютерных тренажерах для формирования навыков взаимодействия у людей с ограниченными возможностями здоровья. Представлен обзор экспериментальных исследований, демонстрирующих положительное влияние использования компьютерных тренажеров на формирование навыков, необходимых для работы в команде: согласованных действий, коммуникации, принятия решений и ситуационной осведомленности. Приведен анализ методов оценки навыков командной работы и описана реализация программно-аппаратного комплекса в форме тренажера для обучения данным навыкам и их количественного измерения.

Ключевые слова: компьютерные тренажеры, навыки командной работы, коммуникативные навыки, совместная деятельность, количественные методы анализа данных.

Финансирование. Министерство просвещения Российской Федерации, Государственное задание № 073-00037-24-02.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю благодарность за содержательные комментарии и предоставленные дополнительные материалы, расширившие и укрепившие научную базу работы, кандидата психологических наук, доцента Н.В. Якимович.

Для цитаты: Ермаков С.С., Быстрова Ю.А. Анализ исследований роли компьютерных тренажеров в формировании, измерении и совершенствовании навыков командной работы // Экспериментальная психология. 2024. Том 17. № 2. С. 113—127. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2024170207>



ANALYZING RESEARCH ON THE ROLE OF COMPUTER-BASED TRAINING DEVICES IN SHAPING, MEASURING AND IMPROVING TEAMWORK SKILLS

SERGEY S. ERMAKOV

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4330-2618>, e-mail: ermakovss@mgppu.ru

YULIYA A. BYSTROVA

Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1866-0993>, e-mail: BystrovaYuA@mgppu.ru

The article considers the influence of training on computer simulators on the development of teamwork skills of operators of complex systems, in particular, in aviation. The article substantiates the effectiveness of work on computer simulators for the formation of interaction skills in people with disabilities. A review of experimental studies demonstrating the positive impact of using computer simulators on the formation of skills necessary for teamwork: coordinated actions, communication, decision-making and situational awareness is presented. The analysis of methods for assessing teamwork skills is given and the realization of a hardware and software complex in the form of a simulator for training these skills and their quantitative measurement is described.

Keywords: computer simulators, teamwork skills, communication skills, collaborative activities, quantitative methods of data analysis.

Funding. Ministry of Education of the Russian Federation, State Assignment No. 073-00037-24-02.

Acknowledgements. The authors express their sincere gratitude for informative comments and provided additional materials that expanded and strengthened the scientific base of the work, candidate of psychological sciences, associate professor N.V. Yakimovich.

For citation: Ermakov S.S., Bystrova Y.A. Analyzing Research on the Role of Computer-Based Training Devices in Shaping, Measuring and Improving Teamwork Skills. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology (Russia)*, 2024. Vol. 17, no. 2, pp. 113–127. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2024170207> (In Russ.).

Введение

В настоящее время прикладные задачи в области обучения операторов сложных систем включают, в качестве одного из наиболее существенных компонентов обучения, развитие навыков командной работы и их количественную оценку. Это обусловлено тем, что высокий уровень развития данных навыков, к которым относятся в том числе и коммуникативные способности, необходим для качественного профессионального взаимодействия и совместного решения сложных задач.

Если для многих специальностей, предполагающих совместную работу группы людей, навыки профессионального общения являются желательными, но не обладают первоочередной важностью и входят как подмножество в категорию надпрофессиональных навыков (в зарубежной литературе — «мягких» навыков), то в ситуации ведения воздушного



судна навыки командной работы составляют часть самой работы летного экипажа. Таким образом, они попадают в категорию основных профессиональных навыков как подмножество технических («твердых») навыков и оказываются важнейшим фактором, связанным с безопасностью и качеством полета [5; 12]. В частности, пилот воздушного судна должен приобрести под контролем инструктора опыт по координации действий экипажа, включая распределение задач по пилотированию и взаимодействию членов команды. Это отражено в требованиях к командиру воздушного судна, которые сформулированы в Федеральных авиационных правилах [10]. В настоящее время Международная организация гражданской авиации¹ предлагает рассматривать деятельность пилотов с позиции компетентностного подхода, а компетенции — это основные, т. е. «твердые» навыки, которые к числу компетенций пилота, согласно руководству Международной ассоциации воздушного транспорта [19]², относятся в том числе, такие как:

- коммуникация;
- лидерство и командная работа;
- решение проблем и принятие решений;
- осведомленность о ситуации и управление информацией.

Техническая реализация компьютерных пилотажных тренажеров ориентирована на создание комплексных обучающих сред, способствующих развитию как специфических профессиональных умений, так и навыков общения во время совместной деятельности. Это делает их ценным инструментом, в том числе и для развития навыков командной работы. Основой эффективности таких тренажеров является их способность имитировать реальные рабочие условия и требовать от участников непосредственного взаимодействия при выполнении обучающих задач.

Обучение на компьютерных тренажерах в настоящее время претерпевает значительные технологические изменения, повышающие реалистичность и эффективность подготовки специалистов в различных областях профессиональной деятельности. Данная технология широко применяется в том числе в авиационной сфере. Поскольку команда операторов должна обеспечить корректное управление воздушным судном путем согласованных действий, получая в реальном времени в удобной, понятной и доступной форме информацию о результатах своей деятельности, включая отображение положения воздушного судна, современные тренажеры должны предоставлять как можно более точные соответствующие данные в необходимом объеме. В качестве примера таких моделей можно привести разработку веб-системы управления летными тренажерами (Web-Based Flight Simulator Management System «FSMS») [32], которая предоставляет возможности для эффективного планирования и управления данными, необходимыми для учебных летных программ, и систему тренажера полета с шестиосевой 360-градусной платформой движения, обеспечивающую высокий уровень воспроизведения движений, погружая обучаемых в высоко реалистичные сценарии полета [21].

Симуляционное обучение, направленное на развитие навыков командной работы, в частности на улучшение согласованных действий между членами команды, также важно в таких сферах, как медицина, работа спасателей и командные виды спорта, где высокая

¹ International Civil Aviation Organization (аббрев. ICAO, русиф. ИКАО).

² International Air Transport Association (IATA).



степень координации действий является крайне существенным показателем обеспечения безопасности и эффективности решаемых задач.

Например, в работе американского исследователя Стивена Смолла подтверждается что симуляционные тренировки, направленные на улучшение командной работы в экстренной медицине, способствуют улучшению производительности медицинских работников, повышению безопасности пациентов и снижению риска юридической ответственности [34]. Тренировки на симуляторах медицинских работников, обслуживающих пациентов в отделениях интенсивной терапии, также улучшают навыки лидерства и уверенности в себе при оказании неотложной медицинской помощи [30]. Мультидисциплинарное симуляционное обучение для команд спасательных служб показало наибольшее повышение компетенции в области структурированного принятия решений [31].

Симуляционные технологии в спорте широко применяются для улучшения тактических навыков и разработки стратегий игры, а использование виртуальной реальности позволяет спортсменам более глубоко понимать игровые ситуации и развивать командное взаимодействие. В исследовании научного сотрудника Шербрукского университета (Канада) Калеба Паже, посвященном улучшению навыков принятия решений в баскетболе с использованием видеосимуляций и виртуальной реальности, было показано, что такие тренировки способствуют переносу и обобщению навыков принятия решений [29].

Подобные технологические достижения показывают постоянную эволюцию симуляционного обучения, направленную на создание более захватывающих, реалистичных и эффективных учебных решений. Сами программы симуляционного обучения становятся более подготовленными к сложностям различных профессиональных видов деятельности, обеспечивая приобретение важнейших навыков, необходимых для безопасной и эффективной командной работы.

Кроме того, компьютерные тренажеры профессиональной деятельности играют значительную роль в процессе социальной адаптации людей с ограниченными возможностями здоровья, в частности с расстройствами аутистического спектра (РАС) [2; 11]. Исследования показали, что обучение в специализированных учебных заведениях для детей с РАС (которым на сегодняшний день больше восемнадцати лет), достаточно успешно формирует у них положительное отношение к труду и желание работать [1]. Основной акцент делался на развитии самостоятельности, дисциплины и выработке практических умений за счет непосредственного включения в трудовой процесс. Тем не менее выпускники школ и профессиональных училищ с РАС всегда были исключены из рынка труда и социума в целом, так как оказывались неготовыми к трудовой деятельности и социально-бытовым условиям за пределами однородной среды интернатов или вне тьюторского сопровождения. Исследования показывают, что большинство выпускников с РАС, усвоив во время обучения правила поведения и алгоритмы общетрудовых и профессиональных операций, действуют в соответствии с ними до тех пор, пока работают в одиночку. Совместная деятельность, умение работать под руководством и в команде оказываются для них недоступными без многократных тренировок с моделированием подобных ситуаций [1].

Таким образом, актуальной становится задача создания методик для развития командных навыков и оценки эффективности коллективной работы, в том числе для людей с ограниченными возможностями здоровья, так как из-за неготовности к профессиональной деятельности они часто остаются вне рынка труда. Хотя они усваивают базовые профессиональные навыки и поведенческие алгоритмы, недостаток групповых взаимодействий



мешает их адаптации в коллективах или командах на рабочих местах [2; 3]. Применение подобных технологий способствует созданию более гибкой и инклюзивной образовательной среды, что делает разработки программ-тренажеров профессиональной деятельности крайне актуальными для обеспечения специалистам с ограниченными возможностями здоровья полноценной интеграции в профессиональных сообществах.

Формирование и развитие навыков командной работы при обучении на компьютерных тренажерах

Компьютерные технологии значительно трансформируют образовательный процесс. В исследовании В.В. Давыдова было показано, что использование компьютеров в образовании способствует не только приобретению технических навыков и развитию критического мышления, но и формированию умения работать в команде, развивая навыки совместной деятельности [6].

Хотя исследования эффективности обучения на компьютерных тренажерах начались еще в середине XX века, когда зарождались технологии виртуальной реальности (например, в задачах обучения навыкам пилотирования воздушного судна), только в последние несколько десятилетий обучение на компьютерных тренажерах было признано в качестве допустимой замены части времени, отведенного на учебные полеты [15]. Ранний пример использования компьютерных технологий имитации полетных условий для образовательных и исследовательских целей приведен С. Макдонафом [26]. В работе описана разработка тренажера для изучения проблем координации множества самолетов в определенной географической области.

Со временем, по мере развития компьютерных технологий и улучшения качества графики, компьютерные тренажеры стали незаменимым инструментом в подготовке пилотов, позволяя им получать практические навыки управления воздушным судном в безопасной и контролируемой среде. В образовательном процессе подготовки пилотов компьютерные тренажеры позволяют не только экономить ресурсы [7], но и повышать безопасность и качество обучения, а также уровень навыков управления воздушным судном [20].

Педагогические достижения в области обучения на компьютерных тренажерах в авиации направлены на создание целостной учебной среды, в которой уделяется особое внимание развитию таких важнейших навыков, как работа в команде, общение и принятие решений. Важным фактором для развития навыков межпрофессионального общения и командной работы в лонгитюдных исследованиях применения высокоточных тренажеров для обучения специалистов в области авиации оказалась реалистичность условий обучения [33].

Интеграция обучения межфункциональных команд диктует переход к совместной среде обучения, в которой люди с разным профессиональным опытом участвуют в сложных имитациях реальных сценариев [35]. В подобных исследованиях в качестве методологической основы часто выступает концепция «Совместного решения проблем» (англ. «Collaborative problem solving») [16; 18; 27]. Этот процесс предполагает сотрудничество двух или более лиц в оценке, представлении и решении разнообразных когнитивных задач. Данная концепция находит широкое применение в образовательной сфере и профессиональной подготовке, способствуя улучшению когнитивных способностей участников и повышению их производительности в командной работе.

В статье доктора медицины А. Барелли было описано исследование стандартов оптимизации обучения коммуникативным навыкам с использованием полномасштабных высоко-



кодетализированных виртуальных сред для обучения спасателей. Было показано, что все фазы подобного обучения являются критически важными для достижения учебных целей, но при этом наиболее значимым навыком является умение работать в команде [14]. В целом, современные исследования в данной области демонстрируют значительное улучшение в поведении и когнитивных (психических) состояниях при работе в команде, доказывая ценность интегрированных, реалистичных методов обучения для эффективного сотрудничества [24].

Английскими исследователями Д. Гудвином и С. Джонсоном процесс тренировки на авиационном тренажере был взят в качестве инновационной основы для программ обучения коммуникативным навыкам. Данная программа продемонстрировала улучшение показателей командной коммуникации, координации и способности принимать решения. Результаты исследования показали, что такой подход отвечает основным критериям, предъявляемым к хорошему, эффективному и запоминающемуся тренингу навыков командной работы [17].

В исследовании научного сотрудника Бэйханского университета (Китай) С. Суня проведена оценка влияния обучения на основе виртуального моделирования на подготовку экипажей вертолетов для выполнения опасных миссий оказания помощи в чрезвычайных ситуациях, таких как спасение при землетрясениях, тушение пожаров и медицинская транспортировка. Автором отмечается, что система «Advanced Disaster Management System» (ADMS), представляющая собой платформу для виртуального обучения и имитирующая все виды чрезвычайных ситуаций, таких как пожар и медицинское спасение, значительно улучшает навыки работы, экстренной связи и координации действий команды [37].

Таким образом, исследования в области обучения с применением компьютерных тренажеров не только выявляют улучшение технических навыков, относящихся к способности выполнения стандартных процедур управления воздушным судном, но и отмечают положительный эффект такого обучения на развитие навыков согласованности действий, коммуникации, командной работы, принятия решений и ситуационной осведомленности.

Тренировки на специализированных компьютерных устройствах также оказывают положительное влияние на формирование навыков работы в команде у пользователей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) [13]. Это связано с тем, что у данной категории пользователей в силу предметности и своеобразности мышления навыки понимания происходящего и принятия решений формируются исключительно в практической деятельности. Без многократного повторения и проживания подобных ситуаций данные навыки плохо переносятся в новые условия, что затрудняет интеграцию данной группы пользователей в социум [1; 2]. Методы обучения на компьютерных тренажерах доступны для лиц с расстройствами аутистического спектра (РАС), так как чаще всего как раз попадают в зону их сенсорных интересов. Следовательно, применение компьютерных тренажеров может положительно повлиять на мотивацию и способствовать формированию и оценке навыков командной работы и коммуникативных способностей у лиц с ограниченными возможностями здоровья. Это положительно влияет не только на профессиональную подготовку, но и на социальную адаптацию в коллективе и включение в социальную среду обучающихся, в том числе с расстройствами аутистического спектра [25].

Измерение и оценка степени сформированности навыков командной работы при обучении на компьютерных тренажерах

В процессе групповой работы на компьютерных тренажерах важной задачей является не только формирование у обучающихся навыков командной работы, но и разработка



методов адекватной оценки их развития. Среди ключевых показателей данных навыков, подлежащих измерению и оценке, можно выделить навык согласованности действий, способность к совместному решению проблем, адаптивность, взаимоподдержку, принятие решений и управление стрессом. Особое внимание уделяется таким аспектам, как распределение ролей и ответственности в команде, умение эффективно общаться и поддерживать высокий уровень ситуационной осведомленности. Эффективная оценка помогает обучающимся понять свои сильные стороны и области для улучшения, а также позволяет инструкторам адаптировать обучение для достижения лучших результатов.

Методы оценки данных навыков варьируются от наблюдения и самооценки до более сложных инструментов, таких как анкетирование, рейтинговые шкалы, интервью, анализ видео и биометрические данные. Эти методы позволяют измерить уровень их сформированности, например навыка ситуационной осведомленности [28], до, во время и после проведения тренировок на тренажерах, демонстрируя эффективность такого обучения.

Однако существующие подходы к оценке указанных навыков командной работы, основанные на методах наблюдения, анализа видеозаписей, опроса или тестирования, дают лишь субъективную качественную оценку, что делает актуальной задачу разработки количественных методов оценки степени сформированности навыков командной работы для подготовки операторов сложных технических систем, а также оценки социальной интеграции лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Сотрудники молодежной лаборатории «Информационные технологии для психологической диагностики» факультета информационных технологий МГППУ представили в ряде публикаций математический аппарат для проведения исследований и разработки подобного инструментария. Они также предложили новый подход к анализу и диагностике деятельности, позволяющий оценивать профессиональную подготовку [20; 21]. Применяемый подход показал существенные преимущества по сравнению с альтернативными способами оценок [8]. Он опирается на свертку прикладных марковских процессов (построенных на базе протоколов деятельности пилотов) в квантовые представления, что позволяет выявлять структуру и особенности этих процессов с помощью квантового спектрального анализа. Применение квантовой фильтрации позволяет получать количественные диагностические оценки деятельности пользователей. Фактически, это первая удачная попытка создания достаточно универсальной математической модели деятельности операторов сложных технических систем, позволяющая количественно сравнивать содержание результатов их работы и опирающаяся на новый и доказавший свою эффективность математический аппарат. Необходимость применения квантовых представлений обусловлена тем, что они, в отличие от классической теории вероятности, обеспечивают исследование наблюдений в процессе эволюции, а не всей выборки сразу, что критически важно при анализе содержания деятельности операторов и лиц с ограниченными возможностями здоровья «во временной развертке».

Создание новых компонентов математического аппарата и прикладных программных средств, обеспечивающих обоснованную количественную оценку степени сформированности навыков командной работы, включает разработку математической модели взаимодействий в команде. Такая модель, посредством матриц вероятностей переходов между выполняемыми пользователями тренажера элементарными операциями [8], является формальным представлением деятельности и рассматривает совместную деятельность как последовательность дескрипторов элементарных взаимодействий в команде. В статье



Л.С. Куравского, А.Д. Козырева и И.И. Грешникова [9] представлен новый подход к анализу и диагностике деятельности, позволяющий оценивать профессиональную подготовку. Описанный математический аппарат позволяет получать диагностические выводы на эмпирических данных гораздо меньшего объема, чем другие методы, извлекая из этих данных больше полезной информации.

В целом, современные автоматизированные методы оценки достигают уровня точности сопоставимого или даже превосходящего точность экспертных оценок. Программные средства, опирающиеся на эти модели, могут автоматизировать тестовые процедуры и процесс формирования умений и навыков, позволяя систематически отслеживать прогресс и уровень их развития. Таким образом, разработка подобных инструментов, как для формирования, так и оценки рассматриваемых важнейших коммуникативных навыков, необходимых для эффективной и согласованной работы в группах, предоставит новые возможности для объективной количественной оценки степени их сформированности, что является основанием для разработки программно-аппаратного комплекса для формирования навыков командной работы.

Реализация программно-аппаратного комплекса в форме летного тренажера для формирования навыков командной работы

Разработки обучающих тренажеров, проводящиеся на базе факультета информационных технологий МГППУ (в лаборатории «Информационные технологии для психологической диагностики»), направлены на решение задачи формирования навыков командной работы (что является в данном случае основной задачей) и на количественную оценку сформированности навыков у различных групп пользователей, включая лиц с ограниченными возможностями здоровья. Сотрудниками этой лаборатории накоплен большой опыт работы со студентами различных нозологий, и в настоящее время разрабатывается компьютерный тренажер для отработки навыков командной работы, одну из целевых групп которого представляют обучающиеся с расстройствами аутистического спектра. Ключевым элементом технической реализации тренажера является разделение управления между несколькими операторами. В основе метода обучения лежит идея из области визуализации моделей системной динамики, под названием «Модель два душа» («The Two-Shower Model»).

Это модель совместной интерактивной обучающей среды, представляющей испытываемую такую задачу: достичь нужной температуры в нескольких душевых лейках, у которых один и тот же ресурс горячей воды. Данный метод проверки слаженности работы команды был разработан отечественным психологом Ф.Д. Горбовым [4]. Принцип моделирования совместной деятельности, предложенный Ф.Д. Горбовым и воплощенный в гомеостатическую модель, был вдохновлен его наблюдениями за поведением людей в душевых кабинах, питающихся от общего источника горячей воды с ограниченной производительностью. Горбов заметил, что когда участников процесса устраивала умеренно теплая вода, система быстро достигала равновесия. Стремление же любого участника к личному комфорту за счет повышения температуры своей воды приводило к быстрой потере устойчивости системы из-за реакции других, попавших под холодную воду и, таким образом оказавшихся в менее комфортных условиях. В анализе данной модели в работе М. Висте было отмечено, что, несмотря на простое описание, это пример сложной нелинейной системы, способной быть трудной в управлении и в которой участники должны прийти к пониманию того, как она работает, чтобы научиться управлять ею вместе [36]. Исходя из этих наблюдений, Ф.Д. Горбов разработал концепцию о взаимосвязанных влияниях между индивидами в



группе, где характер решения частной задачи одним участником непосредственно воздействует на общий процесс работы, иллюстрируя тем самым важность координации действий в коллективе для достижения гармонии и устойчивости.

Этот же принцип используется в разрабатываемом летном тренажере, где каждый участник отвечает за отдельные аспекты управления, что требует от команды координированных согласованных действий и постоянного общения для достижения общей цели (рис. 1).



Рис. 1. Процесс работы на летном тренажере

При пилотировании воздушного судна члены экипажа должны производить управляющие воздействия на сайдстик (джойстик) для управления такими параметрами полета, как крен и тангаж. Крен — это изменение положения самолета в пространстве относительно продольной оси воздушного судна. Крен означает, на сколько градусов повернута продольная ось самолета относительно ее нейтрального положения, т. е. это угол наклона воздушного судна на левый или правый бок. Тангаж означает изменение положения продольной оси самолета относительно горизонтальной плоскости полета. Иными словами, тангаж показывает угол подъема носа самолета (и опускание его хвостовой части) относительно нейтрального горизонтального положения воздушного судна. Таким образом, между двумя пользовате-



лями разделено управление по плоскостям: один пользователь управляет полетом по крену (регулирует угол наклона крыльев в ту или иную сторону), а второй управляет по тангажу (регулирует угол подъема или опускания носовой части самолета). В итоге получается, что для эффективного управления необходимы скоординированные действия команды из двух человек и если обучающиеся не общаются, то они не справляются с задачей тренажера. Такой подход не только усиливает необходимость в навыках командной работы, но и создает ситуации для их практической отработки в условиях, приближенных к реальности.

Данный тренажер предназначен для развития и количественной оценки навыков командной работы и обладает гибкостью в настройке условий виртуальной среды, что позволяет регулировать сложность задач и адаптировать тренировочный процесс под уровень подготовки и специфические цели обучения. Это делает его достаточно универсальным средством формирования и количественного измерения навыков командной работы в различных прикладных областях и эффективным инструментом не только для подготовки будущих пилотов, но и для использования в образовательных целях среди широкого круга пользователей, включая людей с ограниченными возможностями здоровья, в частности, с расстройствами аутистического спектра.

Результатом программной реализации данного тренажера является комплексный подход к обучению, при котором технические и коммуникативные навыки развиваются одновременно, предоставляя учащимся возможность наработать ценный опыт взаимодействия в команде. Стимулируя развитие ключевых навыков командной работы, в первую очередь согласованности действий, занятия на летном тренажере для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья становятся эффективным средством, способствующим их успешной адаптации в профессиональном коллективе.

Выводы

Формирование высокого уровня навыков командной работы, являясь одной из ключевых задач в работе на летных тренажерах, происходит в процессе совместной деятельности по пилотированию воздушного судна. Анализ исследований в данной области показал, что такая работа на компьютерных тренажерах способствует развитию ключевых навыков командной работы, таких как согласованность действий, коммуникация, принятие решений, управление стрессом и ситуационная осведомленность.

Современные летные тренажеры предлагают все более реалистичные условия для развития данных навыков, обеспечивая необходимую подготовку специалистов, а также предоставляют возможность для развития навыков командной работы у людей с ограниченными возможностями здоровья, способствуя их успешной социализации в профессиональных коллективах.

Применение количественных методов в задачах измерения степени сформированности навыков командной работы, развиваемых в ходе обучения на компьютерных тренажерах, приводит к более объективной и точной оценке данных способностей.

Описанный программно-аппаратный комплекс в виде летного тренажера, разработанный для формирования и оценки коммуникативных навыков, демонстрируя важность скоординированных действий и общения для успешного выполнения предлагаемых им учебных задач, служит эффективным инструментом количественного измерения навыков работы в команде. Тренажер обладает гибкостью в настройке множества условий виртуальной среды, что также может оказаться эффективным инструментом для развития навыков



командной работы среди различных групп пользователей, включая людей с расстройствами аутистического спектра (РАС).

Заключение

Компьютерные тренажеры играют существенную роль в обучении и развитии навыков профессионального общения, необходимых для эффективной командной работы. Современные технологические решения, представляя реалистичные учебные среды, приближенные к реальным условиям, способствуют развитию как технических, так и коммуникативных навыков у обучающихся.

Применение современных компьютерных тренажеров, открывая новые возможности в обучении, предоставляет студентам и специалистам уникальные возможности для практического освоения важнейших надпрофессиональных умений, в первую очередь группы навыков командной работы, в условиях, максимально приближенных к реальности.

Особое внимание следует уделять работе на тренажерах пользователей с ограниченными возможностями здоровья, поскольку использование тренажеров в данном случае позволяет создать условия для более эффективной социализации и интеграции в профессиональные сообщества. Это открывает новые возможности для инклюзивного образования и профессиональной интеграции людей с ограниченными возможностями здоровья.

В контексте исследования работы на летном тренажере количественные методы измерения качества обучения демонстрируют их эффективность и применимость для оценки уровня сформированности навыков командной работы. Это позволяет не только оценить текущий уровень подготовки студентов и специалистов, но и выявить потенциальные направления для дальнейшего развития и совершенствования данных учебных программ. Дальнейшие разработки по улучшению и развитию технологий компьютерных тренажеров могут способствовать формированию высококвалифицированных, компетентных и адаптированных к реалиям современного мира специалистов.

Литература

1. *Ананьев И.В.* Методика формирования операционно-технологической компетентности у лиц с интеллектуальными нарушениями (на примере социального предприятия «особая сборка») / *И.В. Ананьев, Ю.А. Быстрова* // Вестник МГЭИ (on line). 2021. № 1. С. 317–334. DOI:10.37691/2619-0265-2021-0-1-317-334
2. *Быстрова Ю.А., Бражникова А.Н., Карпенкова И.В.* Исследование компетенции морально-этической ответственности у молодых людей с РАС на этапе их профессиональной подготовки, включающей тьюторское сопровождение // Аутизм и нарушения развития. 2023. Том 21. № 4. С. 52–60. DOI:10.17759/autdd.2023210406
3. *Быстрова Ю.А.* Подготовка к профессионально-трудовой деятельности учащихся с интеллектуальными нарушениями // Культурно-историческая психология. 2022. Том 18. № 2. С. 54–61.
4. *Горбов Ф.Д., Лебедев В.И.* Психоневрологические аспекты труда операторов. Медицина, 1975. 206 с.
5. *Городецкий И.Г., Фицнер Л.К., Якимович Н.В.* Разработка компьютерного тренажера для обучения пилотов навыкам распознавания опасных и аварийных ситуаций в полете // Проблемы безопасности полетов. 2009. № 11. С. 10–11.
6. *Давыдов В.В., Рубцов В.В., Крицкий А.Г.* Психологические основы организации учебной деятельности, опосредствованной использованием компьютерных систем // Психологическая наука и образование. 1996. Том 1. № 2.
7. *Клепцов И.Л., Кузнецов Е.В., Тимохович А.С.* Концепция построения учебных тренажеров для подготовки специалистов гражданской авиации в технических вузах // Alma mater. Вестник высшей школы. 2023. № 6. Р. 41–45. DOI:10.20339/AM.06-23.041



8. *Куравский Л.С., Юрьев Г.А., Юрьева Н.Е., Николаев И.А., Несимова А.О., Поляков Б.Ю., Козырев А.Д.* Построение систем психологической диагностики на основе новых математических представлений // Экспериментальная психология. 2023. Том 16. № 2. С. 178–202. DOI:10.17759/exppsy.2023160211
9. *Куравский Л.С., Козырев А.Д. и Грешников И.И.* Математическая модель сопутствующей деятельности пилотов и ее применение для объективной оценки его состояния и профессиональной подготовки // Экспериментальная психология. 2024. Том 17. № 1. С. 161–180. DOI: 10.17759/exppsy.2024170111
10. Приказ Минтранса России 12 сентября 2008 г. № 147 об утверждении Федеральных авиационных правил «Требования к членам экипажа воздушных судов, специалистам по техническому обслуживанию воздушных судов и сотрудникам по обеспечению полетов (полетным диспетчерам) гражданской авиации». Зарегистрировано в Минюсте РФ 20 ноября 2008 г. Регистрационный № 12701 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2008. 1 декабря. № 48.
11. *Пяткина Е.С., Шипова Л.В.* Модель комплексной реабилитации инвалидов трудоспособного возраста // Цивилизация—Общество—Человек. 2018. № 6–7. С. 87–91.
12. *Якимович Н.В., Гордоцкий И.Г.* Психологическое обоснование и разработка обучающих программ по формированию коммуникативных и когнитивных навыков у пилотов гражданской авиации // Труды Института психологии РАН «Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики». Под ред. А.А. Обознова, А.Л. Журавлева. Вып. 5. М., 2013.
13. *Amat A.Z., et al.* Design of a Desktop Virtual Reality-based Collaborative Activities Simulator (ViRCAS) to Support Teamwork in Workplace Settings for Autistic Adults // IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 2023. Vol. 31. P. 2184–2194.
14. *Barelli A., Naso C.* Advanced simulation in disaster preparedness and relief: the gold standard for soft skills training // Prehospital and Disaster Medicine. 2017. Vol. 32. № 1. P. 226–227.
15. *Dattel A.R., Babin A. K., Wang H.* Human factors of flight training and simulation // Human Factors in Aviation and Aerospace. London, Academic Press, 2023. P. 217–255.
16. *Dixon R.A., Fox D.P., Trevithick L., et al.* Exploring collaborative problem solving in adulthood // Journal of Adult Development. 1997. Vol. 4. P. 195–208.
17. *Goodwin D., Johnson S.* Teamwork training—an innovative use of flight simulators // Industrial and Commercial training. 2000. Vol. 32. № 4. P. 132–135.
18. *Graesser A.C., Fiore S.M., Greiff S., Andrews-Todd J., Foltz P.W., & Hesse F.W.* Advancing the Science of Collaborative Problem Solving // Psychological Science in the Public Interest. 2018. Vol. 19(2). P. 59–92.
19. International Air Transport Association et al. Guidance material and best practices for pilot aptitude testing // International Air Transport Association. April, 2019. 45 p.
20. *Jacobs J.W., et al.* A meta-analysis of the flight simulator training research // NTSC Report. Orlando, Florida. 1990. P. 110.
21. *Källström J., Granlund R., Heintz F.* Design of simulation-based pilot training systems using machine learning agents // The Aeronautical Journal. 2022. Vol. 126. № 1300. P. 907–931.
22. *Kuravsky L.S.* Modeling Dynamical Behavior of Stochastic Systems: Spectral Analysis of Qubit Representations vs the Mutual Markovian Model Likelihood Estimations // Lobachevskii J. Math. 2021. Vol. 42. № 10. P. 2364–2376.
23. *Kuravsky L.S.* Simplification of Solving Diagnostics Problems by Convolution of Applied Markovian Models into the Quantum Representations // Lobachevskii J. Math. 2022. Vol. 43. № 7. P. 1669–1682.
24. *Littlepage G.E., et al.* Team training for dynamic cross-functional teams in aviation: Behavioral, cognitive, and performance outcomes // Human Factors. 2016. Vol. 58. № 8. P. 1275–1288.
25. *Liu L.* Virtual reality for social skills training of children and adolescents with ASD: a systematic review // Journal of Education, Humanities and Social Sciences. 2023. Vol. 8. P. 2061–2067.
26. *McDonough S.L.* Electronic Simulators for Study of Aircraft Flight Paths // Transactions of the IRE Professional Group on Aeronautical and Navigational Electronics. 1954. № 4. P. 24–27.
27. *Murrihy R.C., Kidman A.D., Ollendick T.H.* Clinical handbook of assessing and treating conduct problems in youth. New York: Springer, 2010.
28. *Nguyen T., et al.* A review of situation awareness assessment approaches in aviation environments // IEEE Systems Journal. 2019. Vol. 13. № 3. P. 3590–3603.



29. Pagé C., Bernier P.M., Trempe M. Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball // *Journal of sports sciences*. 2019. Vol. 37. № 21. P. 2403–2410.
30. Pascual J.L., et al. Short simulation training improves objective skills in established advanced practitioners managing emergencies on the ward and surgical intensive care unit // *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2011. Vol. 71. № 2. P. 330–338.
31. Pietsch U., et al. Simulation-based training in mountain helicopter emergency medical service: a multidisciplinary team training concept // *Air medical journal*. 2016. Vol. 35. № 5. P. 301–304.
32. Prayitno H., et al. Innovation in Aviation Education: Development of a Web-Based Flight Simulator Management System (FSMS) at Pilot Academy // *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*. 2023. Vol. 15. № 4. P. 5199–5207.
33. Reising D.L., et al. An analysis of interprofessional communication and teamwork skill acquisition in simulation // *Journal of Interprofessional Education & Practice*. 2017. Vol. 8. P. 80–85.
34. Small S.D., et al. Demonstration of high-fidelity simulation team training for emergency medicine // *Academic Emergency Medicine*. 1999. Vol. 6. № 4. P. 312–323.
35. Streiff A., et al. Simulation to improve the capabilities of teams // *Comprehensive healthcare simulation: Improving healthcare systems*. Comprehensive Healthcare Simulation. Springer, Cham. 2021. P. 59–65. DOI:10.1007/978-3-030-72973-8_8
36. Viste M., Skartveit H.L. Visualization of Complex Systems-The Two-Shower Mode // *PsychNology J*. 2004. Vol. 2. № 2. P. 229–241.
37. Xue S.U.N., et al. Training effectiveness evaluation of helicopter emergency relief based on virtual simulation // *Chinese Journal of Aeronautics*. 2018. Vol. 31. № 10. P. 2000–2012.

References

1. Anan'ev I.V. Metodika formirovaniya operatsionno-tehnologicheskoi kompetentnosti u lits s intellektual'nymi narusheniyami (na primere sotsial'nogo predpriyatiya "osobaya sborka") [Methodology of formation of operational and technological competence in persons with intellectual disabilities (on the example of social enterprise "special assembly")] / I.V. Anan'ev, Yu.A. Bystrova. *Vestnik MGEI (on line) = Vestnik MSEI (on line)*, 2021. Vol. 1, pp. 317–334. DOI:10.37691/2619-0265-2021-0-1-317-334 (In Russ.).
2. Bystrova Yu.A., Brazhnikova A.N., Karpenkova I.V. Issledovanie kompetentsii moral'no-eticheskoi otvetstvennosti u molodykh lyudei s RAS na etape ikh professional'noi podgotovki, vklyuchayushchei t'yutorskoe soprovozhdenie [Study of the competence of moral and ethical responsibility in young people with RAS at the stage of their professional training, including tutor support]. *Autizm i narusheniya razvitiya = Autism and developmental disorders*, 2023. Vol. 21, no. 4, pp. 52–60. DOI:10.17759/autdd.2023210406 (In Russ.).
3. Bystrova Yu.A. Podgotovka k professional'no-trudovoi deyatel'nosti uchashchikhsya s intellektual'nymi narusheniyami [Preparation for professional-labor activity of students with intellectual disabilities]. *Kul'turno-istoricheskaya psikhologiya = Cultural-Historical Psychology*, 2022. Vol. 18, no. 2, pp. 54–61. (In Russ.).
4. Gorbov F.D., Lebedev V.I. Psikhonevrologicheskie aspekty truda operatorov [Psychoneurological aspects of labor operators.]. *Meditsina*, 1975. (In Russ.).
5. Gorodetskii I.G., Fitsner L.K., Yakimovich N.V. Razrabotka komp'yuternogo trenazhera dlya obucheniya pilotov navykam raspoznavaniya opasnykh i avariinykh situatsii v polete [Development of a computer simulator for training pilots to recognize dangerous and emergency situations in flight]. *Problemy bezopasnosti poletov = Flight safety issues*, 2009. No. 11, pp. 10–11. (In Russ.).
6. Davydov V.V., Rubtsov V.V., Kritskii A.G. Psikhologicheskie osnovy organizatsii uchebnoi deyatel'nosti, oposredstvovannoi ispol'zovaniem komp'yuternykh sistem [Psychological foundations of the organization of learning activities mediated by the use of computer systems]. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie = Psychological science and education*, 1996. Vol. 1, no. 2. pp. 68–72. (In Russ.).
7. Kleptsov I.L., Kuznetsov E.V., Timokhovich A.S. Kontseptsiya postroenie uchebnykh trenazherov dlya podgotovki spetsialistov grazhdanskoi aviatsii v tekhnicheskikh vuzakh. [The concept of development of training simulators for training of civil aviation specialists in technical universities]. *Alma mater. Vestnik Vysshey Shkoly = Bulletin of Higher School*, 2023. No. 6, pp. 41–45. DOI:10.20339/AM.06-23.041
8. Kuravskii L.S., Yur'ev G.A., Yur'eva N.E., Nikolaev I.A., Nesimova A.O., Polyakov B.Yu., Kozyrev A.D. Postroenie sistem psikhologicheskoi diagnostiki na osnove novykh matematicheskikh predstavlenii



- [Development of psychological diagnostics systems basing on new mathematical representations]. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology*, 2023. Vol. 16, no. 2, pp. 178–202. DOI:10.17759/exppsy.2023160211 (In Russ.).
9. Kuravskii L.S., Kozyrev A.D. i Greshnikov I.I. Matematicheskaya model' soputstvuyushchei deyatelnosti pilotov i ee primeneniye dlya ob"ektivnoi otsenki ego sostoyaniya i professional'noi podgotovki [Mathematical model of accompanying activity of pilots and its application for objective assessment of his condition and professional training]. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology*, 2024. Vol. 17, no. 1, pp. 161–180. DOI:10.17759/exppsy.2024170111 (In Russ., abstr. in Engl.).
10. Prikaz Mintransa Rossii 12 sentyabrya 2008 g. № 147 ob utverzhdenii Federal'nykh aviatsionnykh pravil "Trebovaniya k chlenam ekipazha vozdushnykh sudov, spetsialistam po tekhnicheskomu obsluzhivaniyu vozdushnykh sudov i sotrudnikam po obespecheniyu poletov (poletnym dispetcheram) grazhdanskoj aviatsii". Zaregistrovano v Minyuste RF 20 noyabrya 2008 g. Registratsionnyi N 12701 [Order of the Ministry of Transport of Russia September 12, 2008 № 147 on the approval of the Federal Aviation Rules "Requirements for aircraft crew members, aircraft maintenance specialists and flight support staff (flight dispatchers) of civil aviation". Registered with the Ministry of Justice of the Russian Federation on November 20, 2008. Registration N 12701]. *Byulleten' normativnykh aktov federal'nykh organov ispolnitel'noi vlasti = Bulletin of normative acts of federal executive authorities*, 2008. 1 dekabrya. No. 48. (In Russ.).
11. Pyatkina E.S., Shipova L.V. Model' kompleksnoi reabilitatsii invalidov trudospobnogo vozrasta [Model of complex rehabilitation of disabled people of working age]. *Tsivilizatsiya – Obshchestvo – Chelovek = Civilization – Society – Man*, 2018. No. 6-7, pp. 87–91. (In Russ.).
12. Yakimovich N.V., Gorodetskii I.G. Psikhologicheskoe obosnovanie i razrabotka obuchayushchikh programm po formirovaniyu kommunikativnykh i kognitivnykh navykov u pilotov grazhdanskoj aviatsii [Psychological substantiation and development of training programs for the formation of communicative and cognitive skills in civil aviation pilots]. *Trudy Instituta psikhologii RAN «Aktual'nye problemy psikhologii truda, inzhenernoi psikhologii i ergonomiki» = Proceedings of the Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences "Actual problems of labor psychology, engineering psychology and ergonomics" / Ed. by A.A. Oboznov, A.L. Zhuravlev. Vol. 5. M., 2013. (In Russ.).*
13. Amat A.Z., et al. Design of a Desktop Virtual Reality-based Collaborative Activities Simulator (ViRCAS) to Support Teamwork in Workplace Settings for Autistic Adults. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 2023. Vol. 31, pp. 2184–2194.
14. Barelli A., Naso C. Advanced simulation in disaster preparedness and relief: the gold standard for soft skills training. *Prehospital and Disaster Medicine*, 2017. Vol. 32, no. 1, pp. 226–227.
15. Dattel A.R., Babin A.K., Wang H. Human factors of flight training and simulation. *Human Factors in Aviation and Aerospace*. Academic Press, 2023. Pp. 217–255.
16. Dixon R.A., Fox D.P., Trevithick L., et al. Exploring collaborative problem solving in adulthood. *Journal of Adult Development*, 1997. Vol. 4, pp. 195–208.
17. Goodwin D., Johnson S. Teamwork training—an innovative use of flight simulators. *Industrial and Commercial training*, 2000. Vol. 32, no. 4, pp. 132–135.
18. Graesser A.C., Fiore S.M., Greiff S., Andrews-Todd J., Foltz P.W., & Hesse F.W. Advancing the Science of Collaborative Problem Solving. *Psychological Science in the Public Interest*, 2018. Vol. 19(2), pp. 59–92.
19. International Air Transport Association et al. Guidance material and best practices for pilot aptitude testing. *International Air Transport Association*, April, 2019. 45 p.
20. Jacobs J.W., et al. A meta-analysis of the flight simulator training research. *NTSC Report*. Orlando, Florida. 1990. P. 110.
21. Källström J., Granlund R., Heintz F. Design of simulation-based pilot training systems using machine learning agents. *The Aeronautical Journal*, 2022. Vol. 126, no. 1300, pp. 907–931.
22. Kuravsky L.S. Modeling Dynamical Behavior of Stochastic Systems: Spectral Analysis of Qubit Representations vs the Mutual Markovian Model Likelihood Estimations. *Lobachevskii J. Math.*, 2021. Vol. 42, no. 10, pp. 2364–2376.
23. Kuravsky L.S. Simplification of Solving Diagnostics Problems by Convolution of Applied Markovian Models into the Quantum Representations. *Lobachevskii J. Math.*, 2022. Vol. 43, no. 7, pp. 1669–1682.
24. Littlepage G.E., et al. Team training for dynamic cross-functional teams in aviation: Behavioral, cognitive, and performance outcomes. *Human Factors*, 2016. Vol. 58, no. 8, pp. 1275–1288.



25. Liu L. Virtual reality for social skills training of children and adolescents with ASD: a systematic review. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, 2023. Vol. 8, pp. 2061–2067.
26. McDonough S.L. Electronic Simulators for Study of Aircraft Flight Paths. *Transactions of the IRE Professional Group on Aeronautical and Navigational Electronics*, 1954. No. 4, pp. 24–27.
27. Murrihy R.C., Kidman A.D., Ollendick T.H. *Clinical handbook of assessing and treating conduct problems in youth*. New York: Springer, 2010.
28. Nguyen T., et al. A review of situation awareness assessment approaches in aviation environments. *IEEE Systems Journal*, 2019. Vol. 13, no. 3, pp. 3590–3603.
29. Pagé C., Bernier P.M., Trempe M. Using video simulations and virtual reality to improve decision-making skills in basketball. *Journal of sports sciences*, 2019. Vol. 37, no. 21, pp. 2403–2410.
30. Pascual J.L., et al. Short simulation training improves objective skills in established advanced practitioners managing emergencies on the ward and surgical intensive care unit. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 2011. Vol. 71, no. 2, pp. 330–338.
31. Pietsch U., et al. Simulation-based training in mountain helicopter emergency medical service: a multidisciplinary team training concept. *Air medical journal*, 2016. Vol. 35, no. 5, pp. 301–304.
32. Prayitno H., et al. Innovation in Aviation Education: Development of a Web-Based Flight Simulator Management System (FSMS) at Pilot Academy. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 2023. Vol. 15, no. 4, pp. 5199–5207.
33. Reising D.L., et al. An analysis of interprofessional communication and teamwork skill acquisition in simulation. *Journal of Interprofessional Education & Practice*, 2017. Vol. 8, pp. 80–85.
34. Small S.D., et al. Demonstration of high fidelity simulation team training for emergency medicine. *Academic Emergency Medicine*, 1999. Vol. 6, no. 4, pp. 312–323.
35. Streiff A., et al. Simulation to improve the capabilities of teams. *Comprehensive healthcare simulation: Improving healthcare systems*. Comprehensive Healthcare Simulation. Springer, Cham. 2021. P. 59–65. DOI:10.1007/978-3-030-72973-8_8
36. Viste M., Skartveit H.L. Visualization of Complex Systems-The Two-Shower Mode. *PsychNology J.*, 2004. Vol. 2, no. 2, pp. 229–241.
37. Xue S.U.N., et al. Training effectiveness evaluation of helicopter emergency relief based on virtual simulation. *Chinese Journal of Aeronautics*, 2018. Vol. 31, no. 10, pp. 2000–2012.

Информация об авторах

Ермаков Сергей Сергеевич, кандидат психологических наук, старший научный сотрудник лаборатории информационных технологий для психологической диагностики, доцент кафедры прикладной математики факультета информационных технологий, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4330-2618>, e-mail: ermakovss@mgppu.ru

Быстрова Юлия Александровна, доктор психологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института проблем инклюзивного образования, Московский государственный психолого-педагогический университет (ФГБОУ ВО МГППУ), г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1866-0993>, e-mail: BystrovaYuA@mgppu.ru

Information about the authors

Sergey S. Ermakov, PhD in Psychology, Senior Researcher of the Laboratory “Information Technologies for Psychological Diagnostics”, Associate Professor of the Department of Applied Mathematics, Faculty of Information Technologies, Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4330-2618>, e-mail: ermakovss@mgppu.ru

Yuliya A. Bystrova, Doctor of Psychological Sciences, Assistant Professor, Senior Research Fellow, Institute of Inclusive Education, Moscow State University of Psychology & Education, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1866-0993>, e-mail: BystrovaYuA@mgppu.ru

Получена 30.03.2024

Received 30.03.2024

Принята в печать 01.06.2024

Accepted 01.06.2024