

Инновационные технологии в формировании безопасного дорожного поведения водителей

Ефремов С.Б.

Независимый исследователь, г. Москва, Российская Федерация, г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1216-3976>, e-mail: 0971090@gmail.com

В настоящей статье уделено внимание обзору различных исследований, в которых изучается опыт использования инновационных технологий в формировании безопасного дорожного поведения у водителей. Показано, что инновационные технологии достаточно активно используются для решения задачи снижения аварийности на дорогах, приводятся данные психологических исследований, направленных на оценку их эффективности. Особое внимание уделено описанию и характеристикам систем контроля скорости, средствам предотвращения вождения в нетрезвом состоянии (ВНС), а также использованию приложений виртуальной реальности, позволяющих обучать основных участников дорожного движения и формировать у них навыки безопасного поведения. В качестве примеров приводятся исследования, демонстрирующие практики внедрения и использования иммерсивного обучения водителей. Отмечается, что внедрение и использование инновационных технологий в формировании безопасного дорожного поведения выступают в качестве перспективных направлений развития практик, позволяющих снизить количество аварий и дорожно-транспортных происшествий в будущем. Рассмотренные инновационные технологии способствуют развитию новых практик в обучении водителей и повышению уровня их водительского мастерства.

Ключевые слова: профилактика, обучение, инновационные технологии, дорожное поведение, безопасное поведение, водители.

Для цитаты: Ефремов С.Б. Инновационные технологии в формировании безопасного дорожного поведения водителей [Электронный ресурс] // Современная зарубежная психология. 2023. Том 12. № 1. С. 26—34. DOI: <https://doi.org/10.17759/jmfp.2023120103>

Innovative Technologies in the Formation of Safe Traffic Behavior of Drivers

Sergei B. Efremov

An Independent Researcher, Moscow, Russia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1216-3976>, e-mail: 0971090@gmail.com

This article focuses on a review of various studies that examine the experience of using innovative technologies in shaping the safety traffic behaviour of drivers. It shows that innovative technologies are intensively used to solve the problem of reducing accidents on the roads and presents the data of psychological researches aimed at evaluation of their effectiveness. Particular attention is paid to the description and characteristics of speed control systems, means of preventing drunk driving (DUI — driving under influence), as well as the use of virtual reality applications to train key road users and develop their safe behavior skills. As examples, some researches are introduced which demonstrate practices for the implementation and use of immersive driver training. It is noted that the introduction and use of innovative technologies in the formation of safe traffic behaviour act as promising fields for the development of practices that make it possible to prevent the number of road accidents in future.

Keywords: prevention, learning, innovative technologies, traffic behaviour, safety behaviour, drivers.

For citation: Efremov S.B. Innovative Technologies in the Formation of Safe Traffic Behavior of Drivers. *Sovremennaya zarubezhnaya psikhologiya = Journal of Modern Foreign Psychology*, 2023. Vol. 12, no. 1, pp. 26—34. DOI: <https://doi.org/10.17759/jmfp.2023120103> (In Russ.).

Введение

Одной из основных проблем использования инновационных технологий в формировании безопасного дорожного поведения у водителей является процесс не столько их разработки (хотя, безусловно, это играет

существенную роль), сколько процесс оценки их эффективности с целью внедрения в практику снижения аварийности.

В последние десятилетия в психологии дорожного движения все больше появляется работ, которые направлены на оценку эффективности использования

этих технологий, а также их влияния на формирование навыков безопасного поведения в условиях дорожно-транспортной среды [6; 9; 12; 13; 19].

К числу таких работ следует, прежде всего, отнести те, где внимание сосредоточено на профилактике основных факторов риска дорожно-транспортной среды, таких как алкоголь и скорость. Можно выделить целый ряд разработок, где уделяется внимание оценке использования антистартерных систем («алкозамков») или специальных средств контроля, не позволяющих водителю превышать установленный скоростной режим [4; 6; 8; 18; 29; 32].

В качестве отдельного исследовательского «тренда» можно выделить работы, посвященные инновационным технологиям виртуальной (VR) [1; 31] и дополненной реальности (AR), которые используются в процессе обучения водителей [11]. Следует подчеркнуть, что целью таких работ является не только оценка эффективности, но и обоснование педагогической целесообразности применения VR- и AR-приложений в образовательном процессе [15; 16; 25; 27; 39]. Некоторые авторы подчеркивают, что представления о VR-инновационном потенциале редко опираются на четко обоснованные практики обучения, выверенные в психологии и андрагогике [31; 34; 37]. Так, например, в ряде работ, посвященных анализу использования элементов VR в высшем образовании за период 2016—2018 гг., было обнаружено, что только 1/3 имеющихся публикаций имеют ссылки на конкретные показатели эффективности [2].

В связи с вышесказанным возникает парадоксальная ситуация: с одной стороны, можно констатировать наличие устойчивого интереса к использованию VR- и AR-приложений для обучения водителей [7; 14; 22], а с другой стороны, недостаточность данных об эффективности использования подобных технологий существенно затрудняет их разработку и внедрение [2].

Так, по данным Radianti [2], в наибольшем числе (11%) опубликованных исследований эффективности использования VR-приложений для высшего образования, в качестве теоретической основы указана теория экспириентального (experiential learning theory — ELT). Одной из наиболее глубоко разработанных и вызывающих интерес теорий иммерсивного обучения является теория Колба, на которую опираются разработчики приложений VR [10]. Обучение, базирующееся на данной теории, носит название «экспериментальное обучение» (от англ. «experiential learning») [2; 17; 20; 21; 38].

Стоит подчеркнуть, что использование такого обучения для формирования безопасного дорожного поведения у водителей сегодня все больше набирает обороты в самых различных подходах и практиках. Применение элементов виртуальной и дополненной реальности наряду с другими инновационными инструментами при обучении водителей, а также при корректировке их дорожного поведения [35] требует отдельного рассмотрения и изучения.

Современные технологии и методы, используемые в образовательных программах водителей

Анти-стартерный этилометр (система «алкозамок»). Анти-стартерные этилометрические системы используются в ряде стран, таких как США, Канада, Австрия, Швеция, Нидерланды, Бельгия, Австралия и др. С помощью этих приборов водитель, ранее привлекавшийся к ответственности за вождение в нетрезвом состоянии, не может управлять автомобилем, если уровень алкоголя в его выдыхаемом воздухе превышает определенный показатель (этот показатель может различаться в разных странах).

По пути следования водителя его регулярно просят сделать анализ выдыхаемого воздуха, что предотвращает ситуацию, при которой водитель может завести автомобиль с незначительным уровнем алкоголя, а затем употребить алкоголь при работающем двигателе. Так, например, нидерландская программа антистартерного этилометра имеет следующие характеристики:

- уровень алкоголя в выдыхаемом воздухе 1,0—1,8 промилле для начинающих водителей и 1,3—1,8 промилле для опытных водителей;
- продолжительность: два года с возможностью продления на 6 месяцев;
- обязательное сопровождение с программой «обратной связи» для каждого участника и изменения его поведения;
- затраты около 4000 евро на 2 года;
- внедрение программы с 2011 по 2016 год, около 3000 участников ежегодно [18].

С 2016 г. программа неоднократно останавливалась, но потом запускалась вновь. Это было связано с тем, что в программе участвовали самые разные группы водителей, нарушающих дорожное законодательство, что существенно затрудняло оценку эффективности обучения [18]. Программа не учитывала ни личность, ни особенности правонарушения. Поэтому было предложено, чтобы такая мера применялась только в рамках уголовного законодательства — для водителей, имеющих особенно тяжелые нарушения.

Отдельного внимания заслуживает рассмотрение подобных программ в США. Так, в 1998 г. в штате Огайо было проведено исследование, в котором сравнили результаты работы с различными экспериментальными группами. Экспериментальные группы участвовали в различных программах: «алкозамок», содержание под стражей, «браслет». Оказалось, что у водителей, чьи машины были оснащены антистартовой системой «алкозамка», рецидивы возникали существенно реже [40].

Однако впоследствии, после прекращения использования «алкозамка», водители возвращались к своим первоначальным привычкам употребления алкоголя, что повышало и уровень рецидивов.

Таким образом, можно констатировать, что влияние антистартерных этилометрических систем на риск повторения или несчастного случая присутствует,

однако это влияние ограничено периодом фактического использования данного средства. Устойчивого долгосрочного эффекта в исследованиях продемонстрировано не было [40].

В Швеции «алкозамки» используются в качестве профилактической стратегии для профессиональных водителей, а также для лиц, совершивших многочисленные правонарушения, связанные с вождением в нетрезвом состоянии, в сочетании с медицинской консультацией [6]. Поскольку в данной стране программа является добровольной, возникает явная проблема с участием водителей в данной программе. Так, по имеющимся данным, только около 11% водителей-нарушителей, заинтересованы в том, чтобы пройти эту программу. Тем не менее, программа «алкозамок», препятствующая запуску двигателя, считается в Швеции основной стратегией профилактики, а правительство Швеции предусматривает, что системы предотвращения запуска двигателя могут быть установлены на все автомобили [6].

В Бельгии подобная программа может быть предложена по решению судьи, но на практике она используется очень редко, поскольку остается факультативной (альтернативное наказание, выбор которого отдается на усмотрение правонарушителя). С 2018 г. новый закон ввел антистартовый этилотест для рецидивистов и для правонарушителей, задержанных в состоянии сильного алкогольного опьянения [6; 32].

Отдельно следует подчеркнуть, что в отличие от США и Канады антистартерные этилометры не пользуются большой популярностью в Европе [3; 28; 32].

Для сравнения приведем следующие цифры: в 2006 г. в Северной Америке действовало около 70 000 систем предотвращения запуска двигателя автомобиля. В Швеции этот показатель составлял 7000 для коммерческих автомобилей и 1500 для легковых автомобилей.

Некоторые другие страны (Германия, Франция, Нидерланды, Великобритания и Финляндия) приняли участие в проекте антистартового этилометра: программы в этих странах продемонстрировали весьма противоречивые результаты. Так, например, экспертиза программы во Франции [4] показала, что на выборке водителей-нарушителей, практикующих вождение в нетрезвом состоянии, польза системы антистартовых этилометров с точки зрения снижения рецидива неочевидна [4; 6].

Из ряда проведенных исследований был сделан вывод о том, что «алкозамок» на 60—90% более эффективен в предотвращении рецидива вождения в нетрезвом состоянии, чем обычные меры, такие как лишение водительских прав в сочетании со штрафами и административной ответственностью. Однако, согласно проведенному мета-анализу, установка «алкозамка» снижает вероятность рецидива (на 75%) в основном в тот период, в течение которого он установлен. После его отмены снижение рецидивов наблюдается лишь на уровне 7% [6; 32].

Можно заключить, что принятие анти-стартерных программ этилометрии в значительной степени зависит и от использования других, сопутствующих, программ. Как показывает практика, «идеальная» анти-

стартерная мера, используемая для предотвращения вождения в нетрезвом состоянии, должна отвечать следующим требованиям:

- программа должна быть обязательным условием для восстановления лицензии;
- гибкое время установки;
- обязательность без учета периода приостановления действия лицензии;
- управление программой соответствующими органами;
- отметка в водительском удостоверении;
- регулярное наблюдение (особенно за водителями с алкогольной зависимостью);
- всегда в сочетании с реабилитационной программой [23; 24; 29].

Программы антистартового этилометра демонстрируют более высокую эффективность, если они применяются в профессиональном секторе (водители грузовиков, автобусов, специального транспорта), чем среди автолюбителей. Следует отметить, что более высокая эффективность предотвращения употребления алкоголя свойственна чаще водителям коммерческих компаний, причем при условии, если использование программы не влечет никаких юридических последствий (например, увольнение сотрудника из корпоративного автопарка или приостановке использования транспортного средства работодателя).

Системы отслеживания (видеофиксации). В последние годы стали все чаще проводиться исследования, направленные на изучение влияния на водителя обратной связи о том, как передвигается его транспортное средство. В этих работах авторы демонстрируют, какую роль может играть информация, собранная с помощью средств видеофиксации, в изменении поведения водителя в условиях дорожно-транспортной среды. Так, было проведено исследование, в котором рассматривалось, как водители реагируют на использование «индивидуальной записи передвижения транспортного средства» IVDR (Individual Vehicle Distance Record) для отслеживания и предоставления обратной связи о процессе вождения [23].

IVDR появились как инструменты для сбора данных о дорожном поведении водителей и предоставления им очень подробной непрерывной «обратной связи» с крупномасштабным исполнением. IVDR — это бортовые устройства, которые собирают и записывают информацию о движении, управлении и характеристиках транспортных средств. В частности, эта информация относится к использованию транспортного средства, скорости и местоположению, фиксируемому с помощью GPS-трекера [23].

Идентифицируемые с помощью средств видеофиксации маневры транспортного средства используются для расчета различных индексов риска. Изучение показателей аварийности в период «до» установки и «после» того, как водители обнаружили обратную связь от IVDR, показало значительное и статистически значимое снижение аварийности.

Аналогичный анализ других исследований показал, что это влияние со временем уменьшается. Наконец, психологические механизмы, лежащие в основе изменения поведения водителя, остаются до конца не изученными. Изучение действия этих механизмов может сыграть первостепенное значение для эффективного использования систем IVDR [23].

Один из весьма показательных экспериментов, направленный на определение степени влияния информации и поступающей обратной связи от средств видеодиагностики, под названием «Белонитор» (Belonitor), был проведен в Нидерландах [18]. Так, техническое оборудование, установленное в автомобиле участников эксперимента, фиксировало скорость и расстояние (дистанцию) между автомобилями, а также обеспечивало непрерывную обратную связь на протяжении всего времени движения. Фактическая скорость сравнивалась с цифровой картой ограничений скорости. Расстояние между автомобилями измеряли с помощью радара. Кроме того, за безопасное дорожное поведение при передвижении начислялись баллы, которые водители могли обменять на подарки. Чтобы измерить эффект «Белонитора», у водителей были проведены измерения дорожного поведения «до» и «после» эксперимента. Было обнаружено, что прием прямого воздействия на поведение водителей оказался менее эффективным, чем использование ими необходимой информации и доступность обратной связи, которые в совокупности давали положительный результат:

- участники программы имели положительный результат по адаптации скорости и дистанции;
- участники продемонстрировали прогресс в одновременном контроле скорости и дистанции;
- участники, которые чувствовали, что им пришлось приложить больше усилий, чтобы получить баллы, продемонстрировали более рискованное дорожное поведение во время предварительных измерений, но улучшили его до уровня выше среднего во время эксперимента;
- участники улучшили свои результаты в начале эксперимента, но понизили их до среднего уровня после отключения системы [18].

Отдельно отметим, что в Нидерландах были разработаны и испытаны еще две системы для предотвращения или устранения превышения скорости:

- 1) система блокировки скорости — постоянно снижает скорость автомобиля до ограничения скорости, применимого на данном участке дороги;
- 2) система регулятора скорости — обеспечивает визуальную и звуковую обратную связь в автомобиле при превышении ограничения скорости. Кроме того, система анализирует нарушения и может переключиться на временную, полностью автономную блокировку скорости, с предварительным предупреждением. Несмотря на то, что они считаются двумя разными системами, по сути, это одна система с двумя разными режимами работы. При изменении настроек система может функционировать как блокировка скорости или

как регулятор скорости. С функциональной точки зрения, обе системы во многом схожи. Разница заключается главным образом в том, как влияет выбор водителем режима скорости [18].

Что касается системной оценки эффективности блокиратора скорости и контроля скорости, следует отметить, что были обнаружены положительные результаты влияния данной системы на снижение количества нарушений скоростного режима. Кроме того, наблюдалось снижение различных скоростных показателей, также было установлено, что стандартное отклонение скорости уменьшилось, т. е. вождение стало более однородным и равномерным. Результаты самооценки поведения за рулем также продемонстрировали, что системы в основном положительно влияют на безопасность дорожного движения [18]. Так, водители сообщали, что их агрессивность снижается, они лучше и чаще соблюдают безопасную дистанцию, реже используют левую полосу без необходимости и могут точнее спрогнозировать, откорректировать собственное поведение и поведение других участников движения.

Вместе с тем сообщалось о ряде негативных факторов. Благодаря системам контроля и блокировки скорости сокращалась дистанция между автомобилями, а также увеличивалось количество маневров, связанных с обгоном. Было выявлено, что после отключения систем водители возвращаются к своему прежнему дорожному поведению [18; 23].

Наконец, следует отметить, что во время практического испытания системы были активны только в течение трех месяцев. Возможно, это слишком короткий срок, чтобы дать существенный образовательный эффект.

Иммерсивное обучение водителей. Отдельные приемы и способы обучения, а также корректировки их дорожного поведения с использованием приложений VR стали применяться в последние годы не только для водителей, но и для пешеходов.

Весьма показательными примерами стали образовательные курсы для школьников, которые погружались в виртуальную среду для того, чтобы овладеть навыками перехода проезжей части [36].

Экспериментальные исследования, проведенные в этой области, продемонстрировали высокую эффективность иммерсивного обучения с использованием моделей различных ситуаций в виртуальной реальности. Сам процесс такого обучения представляется как «восходящий по спирали цикл из четырех последовательных фаз» [2; 20], где осуществляется переход:

- 1) непосредственного опыта к его рефлексии, воспроизводящий последовательность перехода от получения непосредственного опыта к его рефлексии;
- 2) от рефлексии к формированию теоретических представлений;
- 3) от теоретических представлений до проверки и корректировке на практике;
- 4) к использованию в повседневной практике [20; 21].

Важно подчеркнуть, что обучение может начинаться с любой фазы представленного цикла. Примерная

схема экспериментального обучения («experintal learning») водителей заключается в том, что участникам обучения предоставляется возможность получить конкретное переживание опыта в той или иной дорожной ситуации, после чего организуется процесс обсуждения, осознания и осмысления приобретенного опыта. Именно таким образом организуется получение, конструирование и трансформация обучающимися учебной информации. Предполагается, что обучение совершается как взаимодействие между двумя взаимозависимыми «измерениями» знания: приобретением и преобразованием [2].

В настоящее время авторы ELT [2] утверждают восемь основных принципов обучения взрослых, которые могут применяться при разработке и создании специальных VR- и AR-приложений:

- обучение — это бесконечно повторяющийся цикл, а не линейный процесс;
- для обучения необходим опыт «здесь и сейчас»;
- цикл экспериментального обучения в наибольшей мере соответствует структуре мозга человека и его основным функциям;
- в основе обучения лежит мотивация к приобретению конкретного чувственного опыта, с одной стороны, и абстрактного мышления — с другой;
- во время цикла обучения преподаватель осуществляет подбор преподавательских ролей (фасилитатор, эксперт, оценщик, тренер), переходя от одной роли к другой в зависимости от фазы и целей обучения [2; 20].

Исследователи отмечают, что теория экспериментального обучения, как никакая другая, в наибольшей степени отвечает возможностям и преимуществам обучения в виртуальной среде. Благодаря применению моделирования в виртуальной среде, обучающиеся получают возможность пережить опыт, сравнимый с опытом в реальном мире, но в более доступной и менее рискованной форме [17; 24; 30; 33; 38].

Одним из примеров использования иммерсивного обучения водителей стал проект VISTA-Sim [5]. Этот проект был использован логистическими компаниями, чтобы обучить профессиональных водителей маневрам передвижения транспортных средств с прицепами, причем использовались различные сценарии передвижения [5]. Общий функционал можно описать так: пользователь (водитель) надевает очки виртуальной реальности, которые отображают взгляд водителя из кабины транспортного средства, в то время как эта информация аккумулируется в распределительном центре, где моделируется ситуация парковки на погрузочной площадке (также используется «физическое» рулевое колесо, позволяющее осуществлять маневры в виртуальной реальности).

Таким образом, VR приложение помогает смоделировать ситуацию, а потом обучить водителя возможным приемам и способам движения. Далее анализируется траектории движения согласно кинетической модели, после чего водитель получает обратную связь о своих действиях и ошибках и снова может повторить действия и избежать ошибок.

Данный проект с использованием VR приложения был направлен на обучение профессиональных водителей правилам парковки большегрузных транспортных средств и зарекомендовал себя как весьма эффективный [5].

Отдельно подчеркнем, что проект VISTA-Sim не является единственным и уникальным в своем роде. В данной статье этот проект был приведен в качестве примера, иллюстрирующего практики использования иммерсивного обучения водителей и формирования у них безопасных навыков при управлении транспортным средством [5].

Выводы и заключение

Предельно обобщая исследования, посвященные использованию современных инновационных технологий, призванных помочь в решении задачи формирования безопасного дорожного поведения водителей, можно констатировать, что сегодня все больше является работ, в которых внимание сфокусировано на средствах, позволяющих корректировать водительскую деятельность, связанную с управлением транспортным средством.

Следует также подчеркнуть, что существенная часть работы имеет ярко выраженную практическую направленность. Так, например, обосновывается необходимость использования инновационных технологий в профилактике вождения в нетрезвом состоянии или при поддержании требуемого Правилами дорожного движения скоростного режима.

Технологии, включающиеся использование VR- и AR- приложений, все чаще становятся частью образовательной среды для водителей, направлены на повышение водительского мастерства и коррекцию ошибок, допускаемых в водительской деятельности. Исследования в этом направлении демонстрируют эффективность приложений и показывают, как в процессе иммерсивного обучения формируются не только навыки управления транспортным средством, но и навыки рефлексии, необходимые для осмысления и переосмысления опыта вождения.

В заключение настоящего обзора можно констатировать, что исследований, посвященных внедрению и использованию инновационных технологий в формировании безопасного дорожного поведения, в современной психологии появляется все больше. Данное обстоятельство не является случайностью. С одной стороны, это связано с тем, что инновационные технологии прочно входят в повседневную жизнь, а с другой стороны, использование инноваций для решения серьезных социальных проблем (снижение уровня аварийности на дорогах) может быть обусловлено их эффективностью.

Внедрение различных инновационных технологий вносит существенный вклад в профилактику аварий и дорожно-транспортных происшествий (система «алко-

замок»), а также способствует развитию новых практик в обучении водителей и повышению уровня их водительского мастерства (иммерсивное обучение с использованием VR- и AR- приложений).

Необходимо отдельно подчеркнуть, что использование инновационных технологий открывает широкие перспективы для поиска новых решений в области дорожной безопасности.

Литература

1. Технологии виртуальной реальности: методологические аспекты, достижения и перспективы [Электронный ресурс] / Ю.П. Зинченко, Г.Я. Меньшикова, Ю.М. Баяковский, А.М. Черноризов, А.Е. Войскунский // Национальный психологический журнал. 2010. № 2. С. 64—71. URL: <https://npsyj.ru/articles/article/3671/> (дата обращения: 20.03.2023).
2. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda / J. Radianti, T.A. Majchrzak, J. Fromm, I. Wohlgenannt // *Computers & Education*. 2020. Vol. 147. Article ID 103778. 29 p. DOI:org/10.1016/j.compedu.2019.103778
3. A VR Truck Docking Simulator Platform for Developing Personalized Driver Assistance / P. Ribeiro, A.F. Krause, P. Meesters [et al.] // *Applied Sciences*. 2021. Vol. 11. № 19. Article ID 8911. 21 p. DOI:10.3390/app11198911
4. *Assailly J-P., Cestac J.* Drunk driving prevention and cultural influences: the SAFE ROADS 4 YOUTH (SR4Y) project // *Transactions on Transport Sciences*. 2018. Vol. 9. № 2. P. 35—41. DOI:10.5507/tots.2018.010
5. *Benders J.* VISTA-Towards Damage-Free and Time-Accurate Truck Docking [Электронный ресурс] // VISTA. Gelderland, 2022. URL: <https://vistaproject.eu/> (дата обращения: 20.03.2023).
6. *Bjerre B.* Primary and secondary prevention of drink driving by the use of alcohol device and program: Swedish experiences // *Accident Analysis and Prevention*. 2005. Vol. 37. № 6. P. 1145—1152. DOI:10.1016/j.aap.2005.06.020
7. *Chen C.J., Toh S.C., Ismail W.M.W.* Are learning styles relevant to virtual reality? // *Journal of research on technology in education*. 2005. Vol. 38. № 2. P. 123—141. DOI:10.1080/15391523.2005.10782453
8. *Coelho J., Duarte C.* The Contribution of Multimodal Adaptation Techniques to the GUIDE Interface [Электронный ресурс] // *Proceedings of the 6th International Conference “Universal Access in Human-Computer Interaction: Design for All and Inclusion”*: Orlando, FL, USA, July 9-14, 2011 / Ed. C. Stephanidis. Part I. Berlin/Heidelberg: Springer, 2011. P. 337—346. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-21672-5_37 (дата обращения: 20.03.2023).
9. Determinants of self-efficacy of driving behavior among young adults in the UAE: Impact of gender, culture, and varying environmental conditions in a simulated environment / P.K. Maghelal, J.C. Flores, L.S. Ravindra, G.A. Luximon // *Heliyon*. 2023. Vol. 9(3). Article ID E13933. 30 p. DOI:10.1016/j.heliyon.2023.e13993
10. Does Immersive VR Increase Learning Gain When Compared to a Non-immersive VR Learning Experience? [Электронный ресурс] / K. Mahmoud, I. Harris, H. Yassin, T.J. Hurkxkens, O.K. Matar, N. Bhatia, I. Kalkanis // *Proceedings of the 7th International Conference “Learning and Collaboration Technologies: Human and Technology Ecosystems”*: Copenhagen, Denmark, July 19—24, 2020 / Eds. G. Goos, J. Hartmanis. Part II. Cham: Springer, 2020. P. 480—498. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-50506-6_33 (дата обращения: 20.03.2023).
11. Driver activity recognition in virtual reality driving simulation / O. Halabi, S. Fawal, E. Almughani, L. Al-Homsi // *Proceedings of the 8th “International Conference on Information and Communication Systems (ICICS)”*: Jordan University of Science and Technology, Irbid, Jordan, 4—6 April, 2017 / Institute of Electrical and Electronics Engineers. Red Hook, NY: Curran Associates, 2017. 5 p. DOI:10.1109/IACS.2017.7921955
12. Driving Risk Analysis Based on Driving Experience at Hook-Turn Intersection Using the Emerging Virtual Reality Technology / T. Oh, Y. Xu, Z. Li, Z.L. Kim // *Journal of Advanced Transportation*. 2022. Vol. 2022. Article ID 8929826. 12 p. DOI:10.1155/2022/8929826
13. *Efremov S., Kochetova T.* Neural network model for recognition and classification of types of interactions in road traffic // *Transactions on Transport Sciences*. 2022. Vol. 13. № 1. P. 38—44. DOI:10.5507/tots.2022.003
14. *Gräßler Ir., Taplick P.* Supporting Creativity with Virtual Reality Technology // *22nd International Conference on Engineering Design: 5—8 AUGUST 2019, DELFT, THE NETHERLANDS*. 2019. Vol. 1. P. 2011—2020. DOI:10.1017/dsi.2019.207
15. Gray matter differences correlate with spontaneous strategies in a human virtual navigation task / V.D. Bohbot, J. Lerch, B. Thorndyraft, G. Iaria, A.P. Zijdenbos // *Journal of Neuroscience*. 2007. Vol. 27. № 38. P. 10078—10083. DOI:10.1523/JNEUROSCI.1763-07.2007
16. *Hettinger L.J., Riccio G.E.* Visually Induced Motion Sickness in Virtual Environments // *Presence Teleoperators and Virtual Environment*. 1992. Vol. 1. № 3. P. 306—310. DOI:10.1162/pres.1992.1.3.306
17. Integration of RPG use and ELC foundation to examine students’ learning for practice / W.H. Wu, W.C. Yan, H.Y. Kao, W.Y. Wang, Y.C.J. Wu // *Computers in Human Behavior*. 2016. Vol. 55. Part B. P. 1179—1184. DOI:10.1016/j.chb.2014.10.023
18. Intelligent speed assistance for serious speeders: The results of the Dutch Speedlock trial / J.W.G.M. Van der Pas, J. Kessels, B.D.G. Veroude, B. van Wee // *Accident: Analysis and Prevention*. 2014. Vol. 72. P. 78—94. DOI:10.1016/j.aap.2014.05.031

19. Kim N.G., Yoo C.K., Im J.J. A new rehabilitation training system for postural balance control using virtual reality technology / IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering. 1999. Vol. 7. № 4. P. 482—485. DOI:10.1109/86.808952
20. Kolb A.Y., Kolb D.A. The Kolb Learning Style Inventory 4.0 [Электронный ресурс]: a Comprehensive Guide to the Theory, Psychometrics, Research on Validity and Educational Applications. [Kaunakakai]: Experience Based Learning Systems, 2013. 234 p. URL: <https://learningfromexperience.com/downloads/research-library/the-kolb-learning-style-inventory-4-0.pdf> (дата обращения: 20.03.2023).
21. Konak A., Clark T.K., Nasereddin M. Using Kolb's Experiential Learning Cycle to improve student learning in virtual computer laboratories // Computers & Education. 2014. Vol. 72. P. 11—22. DOI:10.1016/j.compedu.2013.10.013
22. Lawson G., Salanitri D., Waterfield B. Future Directions for the Development of Virtual Reality within an Automotive Manufacturer // Applied Ergonomics. 2016. Vol. 53. Part B. P. 323—330. DOI:10.1016/j.apergo.2015.06.024
23. Lotan T., Toledo T. In-Vehicle Data Recorder for Evaluation of Driving Behavior and Safety // Journal of the Transportation Research Board. 2006. Vol. 1953. № 1. P. 112—119. DOI:10.3141/1953-13
24. Mayhew D., Simpson H. The safety value of driver education and training // Injury Prevention. 2002. Vol. 8. № 2. P. 3—7. DOI:10.1136/ip.8.suppl_2.ii3
25. Neural mechanisms of hierarchical planning in a virtual subway network / J. Balaguer, H. Spiers, D. Hassabis, C. Summerfield // Neuron. 2018. Vol. 90. № 4. P. 893—903. DOI:org/10.1016/j.neuron.2016.03.037
26. Postnonclassical methodology and application of virtual reality technologies in social research / Y.P. Zinchenko, A.I. Kovalev, G.Ya. Menshikova, L.A. Shaigerova // Psychology in Russia: State of the Art. 2015. Vol. 8. № 4. P. 60—71. DOI:10.11621/pir.2015.0405
27. Psychological therapy using virtual reality for treatment of driving phobia: a systematic review / R.A. Elphinston, A. Vaezipour, J.A. Fowler, T.G. Russell, M. Sterling // Disability and Rehabilitation. 2022. Vol. 72. P. 1—13. Online ahead of print. DOI:10.1080/09638288.2022.2069293
28. Selivanov V.V., Selivanova L.N., Babieva N.S. Cognitive Processes and Personality Traits in Virtual Reality Educational and Training // Psychology in Russia: State of the Art. 2020. Vol. 13. № 2. P. 16—28. DOI:10.11621/pir.2020.0202
29. Stringer R.J. Are Buzzed Drivers Really the Problem: A Quasi-Experimental Multilevel Assessment of the Involvement of Drivers with Low Blood Alcohol Levels in Fatal Crashes // Criminal Justice Policy Review. 2018. Vol. 29. № 5. P. 464—488. DOI:10.1177/0887403416637187
30. Taheri S.M., Matsushita K., Sasaki M. Virtual Reality Driving Simulation for Measuring Driver Behavior and Characteristics // International Journal of Transportation Science and Technology. 2017. Vol. 7. № 2. P. 123—132. DOI:10.4236/jtts.2017.72009
31. The application of virtual reality technology to testing resistance to motion sickness / G.Ya. Menshikova, A.I. Kovalev, O.A. Klimova, V.V. Barabanschikova // Psychology in Russia: State of the Art. 2017. Vol. 10. № 3. P. 151—163. DOI:10.11621/pir.2017.0310
32. The effects of combining sanctions and rehabilitation for driving under the influence: An evaluation of the New Jersey Alcohol Countermeasures Program / R.E. Green, J.F. French, P.W. Haberman, P.W. Holland // Accident Analysis and Prevention. 1991. Vol. 23. № 6. P. 543—555. DOI:10.1016/0001-4575(91)90019-2
33. Velev D., Zlateva P. Virtual reality challenges in education and training // International Journal of Learning and Teaching. 2017. Vol. 3. № 1. P. 33—37. DOI:10.18178/ijlt.3.1.33-37
34. Virtual Reality as an assessment tool for arm motor deficits after brain lesions / L. Piron, F. Cenni, P. Tonin, M. Dam [Электронный ресурс] // Medicine Meets Virtual Reality 2001 / Eds. J.D. Westwood, H.M. Hoffman, G.T. Mogel, D. Stredney, R.A. Rob. Amsterdam: IOS Press, 2001. P. 386—392. (Studies in Health Technology and Informatics. Vol. 81). URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11317774/> (дата обращения: 20.03.2023).
35. Virtual reality for driving phobia: cognitions and self-efficacy / I. Matheus, M. Carvalho, A. Nardi, R. Costa // Revista Psicologia, Sade & Doen ças. 2022. Vol. 23. № 1. P. 298—306. DOI:10.15309/22psd230128
36. Virtual reality-based cognitive stimulation using grydsen software as a means to prevent age-related cognitive-mobility disorders — a pilot observational study / M. Podhorecka, R. Szrajber, J. Andrzejczak, J. Lacko, P. Lipinski // Human Technology. 2021. Vol. 17. № 3. P. 321—335. DOI:10.14254/1795-6889.2021.17-3.7
37. Virtual world teaching, experiential learning, and assessment: An interdisciplinary communication course in Second Life / L. Jarmon, T. Traphagan, M. Mayrath, A. Trivedi // Computers & Education. 2009. Vol. 53. № 1. P. 169—182. DOI:10.1016/j.compedu.2009.01.010
38. Wiczorek R., Protzak J. Evaluation of an assistance system supporting older pedestrians' road crossing in virtual reality and in a real-world field test // Frontiers in Psychology. 2022. Vol. 13. Article ID 966096. 15 p. DOI:10.3389/fpsyg.2022.966096
39. Wiederhold B.K. How virtual reality is changing the reality of aging // Cyberpsychology, Behavior and Social Networking. 2020. Vol. 23. № 3. P. 141—142. DOI:10.1089/cyber.2020.29176.bkw
40. Zador P.L., Krawchuk S.A., Voas R.B. Alcohol-related relative risk of driver fatalities and driver involvement in fatal crashes in relation to driver age and gender: an update using 1996 data // Journal of Studies on Alcohol. 2000. Vol. 61. № 3. P. 387—395. DOI:10.15288/jsa.2000.61.387

References

1. Zinchenko Yu.P., Men'shikova G.Ya., Bayakovskii Yu.M., Chernorizov A.M., Voiskunskii A.E. Tekhnologii virtual'noi real'nosti: metodologicheskie aspekty, dostizheniya i perspektivy [Virtual Reality Technologies: Methodological Aspects, Achievements and Prospects] [Elektronnyi resurs]. *Natsional'nyi psikhologicheskii zhurnal = National Psychological Journal*, 2010, no. 2, pp. 64—71. URL: <https://npsyj.ru/articles/article/3671/> (Accessed 20.03.2023). (In Russ.).
2. Radianti J., Majchrzak T.A., Fromm J., Wohlgenannt I. A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 2020. Vol. 147, article ID 103778, 29 p. DOI:org/10.1016/j.compedu.2019.103778
3. Ribeiro P., Krause A.F., Meesters P. [et al.]. A VR Truck Docking Simulator Platform for Developing Personalized Driver Assistance. *Applied Sciences*, 2021. Vol. 11, no. 19, article ID 8911, 21 p. DOI:10.3390/app11198911
4. Assailly J-P., Cestac J. Drunk driving prevention and cultural influences: the SAFE ROADS 4 YOUTH (SR4Y) project. *Transactions on Transport Sciences*, 2018. Vol. 9, no. 2, pp. 35—41. DOI:10.5507/tots.2018.010
5. Benders J. VISTA-Towards Damage-Free and Time-Accurate Truck Docking [Elektronnyi resurs]. In *VISTA*. Gelderland, 2022. URL: <https://vistaproject.eu/> (Accessed 20.03.2023).
6. Bjerre B. Primary and secondary prevention of drink driving by the use of alcolock device and program: Swedish experiences. *Accident Analysis and Prevention*, 2005. Vol. 37, no. 6, pp. 1145—1152. DOI:10.1016/j.aap.2005.06.020
7. Chen C.J., Toh S.C., Ismail W.M.W. Are learning styles relevant to virtual reality? *Journal of research on technology in education*, 2005. Vol. 38, no. 2, pp. 123—141. DOI:10.1080/15391523.2005.10782453
8. Coelho J., Duarte C. The Contribution of Multimodal Adaptation Techniques to the GUIDE Interface [Elektronnyi resurs]. In Stephanidis C. (ed.), *Proceedings of the 6th International Conference "Universal Access in Human-Computer Interaction: Design for All and Inclusion": Orlando, FL, USA, July 9-14, 2011. Part I*. Berlin/Heidelberg: Springer, 2011, pp. 337—346. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-21672-5_37 (Accessed 20.03.2023).
9. Maghelal P.K., Flores J.C., Ravindra L.S., Luximon G.A. Determinants of self-efficacy of driving behavior among young adults in the UAE: Impact of gender, culture, and varying environmental conditions in a simulated environment. *Heliyon*, 2023. Vol. 9(3), article ID E13933. 30 p. DOI:10.1016/j.heliyon.2023.e13993
10. Mahmoud K., Harris I., Yassin H., Hurkxkens T.J., Matar O.K., Bhatia N., Kalkanis I. Does Immersive VR Increase Learning Gain When Compared to a Non-immersive VR Learning Experience? [Elektronnyi resurs]. In Goos G., Hartmanis J. (eds.), *Proceedings of the 7th International Conference "Learning and Collaboration Technologies: Human and Technology Ecosystems": Copenhagen, Denmark, July 19—24, 2020. Part II*. Cham: Springer, 2020, pp. 480—498. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-50506-6_33 (Accessed 20.03.2023).
11. Halabi O., Fawal S., Almughani E., Al-Homsi L. Driver activity recognition in virtual reality driving simulation. In Institute of Electrical and Electronics Engineers (eds.), *Proceedings of the 8th "International Conference on Information and Communication Systems (ICICS)" (Jordan University of Science and Technology, Irbid, Jordan, 4—6 April, 2017)*. Red Hook, NY: Curran Associates, 2017. 5 p. DOI:10.1109/IACS.2017.7921955
12. Oh T., Xu Y., Li Z., Kim Z.L. Driving Risk Analysis Based on Driving Experience at Hook-Turn Intersection Using the Emerging Virtual Reality Technology. *Journal of Advanced Transportation*, 2022. Vol. 2022, article ID 8929826, 12 p. DOI:10.1155/2022/8929826
13. Efremov S., Kochetova T. Neural network model for recognition and classification of types of interactions in road traffic. *Transactions on Transport Sciences*, 2022. Vol. 13, no. 1, pp. 38—44. DOI:10.5507/tots.2022.003
14. Gräßler Ir., Taplick P. Supporting Creativity with Virtual Reality Technology. *22nd International Conference on Engineering Design: 5—8 AUGUST 2019, DELFT, THE NETHERLANDS*. 2019. Vol. 1, pp. 2011—2020. DOI:10.1017/dsi.2019.207
15. Bohbot V.D., Lerch J., Thorndycraft B., Iaria G., Zijdenbos A.P. Gray matter differences correlate with spontaneous strategies in a human virtual navigation task. *Journal of Neuroscience*, 2007. Vol. 27, no. 38, pp. 10078—10083. DOI:10.1523/JNEUROSCI.1763-07.2007
16. Hettlinger L.J., Riccio G.E. Visually Induced Motion Sickness in Virtual Environments. *Presence Teleoperators and Virtual Environment*, 1992. Vol. 1, no. 3, pp. 306—310. DOI:10.1162/pres.1992.1.3.306
17. Wu W.H., Yan W.C., Kao H.Y., Wang W.Y., Wu Y.C.J. Integration of RPG use and ELC foundation to examine students' learning for practice. *Computers in Human Behavior*, 2016. Vol. 55, part B, pp. 1179—1184. DOI:10.1016/j.chb.2014.10.023
18. Van der Pas J.W.G.M., Kessels J., Veroude B.D.G., van Wee B. Intelligent speed assistance for serious speeders: The results of the Dutch Speedlock trial. *Accident: Analysis and Prevention*, 2014. Vol. 72, pp. 78—94. DOI:10.1016/j.aap.2014.05.031
19. Kim N.G., Yoo C.K., Im J.J. A new rehabilitation training system for postural balance control using virtual reality technology. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 1999. Vol. 7, no 4, pp. 482—485. DOI:10.1109/86.808952
20. Kolb A.Y., Kolb D.A. The Kolb Learning Style Inventory 4.0: A Comprehensive Guide to the Theory, Psychometrics, Research on Validity and Educational Applications [Elektronnyi resurs]. *Experience Based Learning Systems*, 2013. 234 p. URL: <https://learningfromexperience.com/downloads/research-library/the-kolb-learning-style-inventory-4-0.pdf> (Accessed 20.03.2023).
21. Konak A., Clark T.K., Nasereddin M. Using Kolb's Experiential Learning Cycle to improve student learning in virtual computer laboratories. *Computers & Education*, 2014. Vol. 72, pp. 11—22. DOI:10.1016/j.compedu.2013.10.013

22. Lawson G., Salanitri D., Waterfield B. Future Directions for the Development of Virtual Reality within an Automotive Manufacturer. *Applied Ergonomics*, 2016. Vol. 53, part B, pp. 323—330. DOI:10.1016/j.apergo.2015.06.024
23. Lotan T., Toledo T. In-Vehicle Data Recorder for Evaluation of Driving Behavior and Safety. *Journal of the Transportation Research Board*, 2006. Vol. 1953, no. 1, pp. 112—119. DOI:10.3141/1953-13
24. Mayhew D., Simpson H. The safety value of driver education and training. *Injury Prevention*, 2002. Vol. 8, no. 2, pp. 3—7. DOI:10.1136/ip.8.suppl_2.ii3
25. Balaguer J., Spiers H., Hassabis D., Summerfield C. Neural mechanisms of hierarchical planning in a virtual subway network. *Neuron*, 2018. Vol. 90, no. 4, pp. 893—903. DOI:org/10.1016/j.neuron.2016.03.037
26. Zinchenko Y.P., Kovalev A.I., Menshikova G.Ya., Shaigerova L.A. Postnonclassical methodology and application of virtual reality technologies in social research. *Psychology in Russia: State of the Art*, 2015. Vol. 8, no. 4, pp. 60—71. DOI:10.11621/pir.2015.0405
27. Elphinston R.A., Vaezipour A., Fowler J.A., Russell T.G., Sterling M. Psychological therapy using virtual reality for treatment of driving phobia: a systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 2022. Vol. 72, pp. 1—13. Online ahead of print. DOI:10.1080/09638288.2022.2069293
28. Selivanov V.V., Selivanova L.N., Babieva N.S. Cognitive Processes and Personality Traits in Virtual Reality Educational and Training. *Psychology in Russia: State of the Art*, 2020. Vol. 13, no. 2, pp. 16—28. DOI:10.11621/pir.2020.0202
29. Stringer R.J. Are Buzzed Drivers Really the Problem: A Quasi-Experimental Multilevel Assessment of the Involvement of Drivers with Low Blood Alcohol Levels in Fatal Crashes. *Criminal Justice Policy Review*, 2018. Vol. 29, no. 5, pp. 464—488. DOI:10.1177/0887403416637187
30. Taheri S.M., Matsushita K., Sasaki M. Virtual Reality Driving Simulation for Measuring Driver Behavior and Characteristics. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 2017. Vol. 7, no. 2, pp. 123—132. DOI:10.4236/jtts.2017.72009
31. Menshikova G.Ya., Kovalev A.I., Klimova O.A., Barabanschikova V.V. The application of virtual reality technology to testing resistance to motion sickness. *Psychology in Russia: State of the Art*, 2017. Vol. 10, no. 3, pp. 151—163. DOI:10.11621/pir.2017.0310
32. Green R.E., French J.F., Haberman P.W., Holland P.W. The effects of combining sanctions and rehabilitation for driving under the influence: An evaluation of the New Jersey Alcohol Countermeasures Program. *Accident Analysis and Prevention*, 1991. Vol. 23, no. 6, pp. 543—555. DOI:10.1016/0001-4575(91)90019-2
33. Velev D., Zlateva P. Virtual reality challenges in education and training. *International Journal of Learning and Teaching*, 2017. Vol. 3, no. 1, pp. 33—37. DOI:10.18178/ijlt.3.1.33-37
34. Piron L., Cenni F., Tonin P., Dam M. Virtual Reality as an assessment tool for arm motor deficits after brain lesions [Elektronnyi resurs]. In Westwood J.D., Hoffman H.M., Mogel G.T., Stredney D., Rob R.A. *Medicine Meets Virtual Reality 2001*, 2001. Vol. 81, pp. 386—392. (Studies in Health Technology and Informatics, vol. 81). URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11317774/> (Accessed 20.03.2023).
35. Matheus I., Carvalho M., Nardi A., Costa R. Virtual reality for driving phobia: cognitions and self-efficacy. *Revista Psicologia, Saúde & Doenças*, 2022. Vol. 23, no. 1, pp. 298—306. DOI:10.15309/22psd230128
36. Podhorecka M., Szrajber R., Andrzejczak J., Lacko J., Lipinski P. Virtual reality-based cognitive stimulation using grydsen software as a means to prevent age-related cognitive-mobility disorders — a pilot observational study. *Human Technology*, 2021. Vol. 17, no. 3, pp. 321—335. DOI:10.14254/1795-6889.2021.17-3.7
37. Jarmon L., Traphagan T., Mayrath M., Trivedi A. Virtual world teaching, experiential learning, and assessment: An interdisciplinary communication course in Second Life. *Computers & Education*, 2009. Vol. 53, no. 1, pp. 169—182. DOI:10.1016/j.compedu.2009.01.010
38. Wiczorek R., Protzak J. Evaluation of an assistance system supporting older pedestrians' road crossing in virtual reality and in a real-world field test. *Frontiers in Psychology*, 2022. Vol. 13, article ID 966096. 15 p. DOI:10.3389/fpsyg.2022.966096
39. Wiederhold B.K. How virtual reality is changing the reality of aging. *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*, 2020. Vol. 23, no. 3, pp. 141—142. DOI:10.1089/cyber.2020.29176.bkw
40. Zador P.L., Krawchuk S.A., Voas R.B. Alcohol-related relative risk of driver fatalities and driver involvement in fatal crashes in relation to driver age and gender: an update using 1996 data. *Journal of Studies on Alcohol*, 2000. Vol. 61, no. 3, pp. 387—395. DOI:10.15288/jsa.2000.61.387

Информация об авторе

Ефремов Сергей Борисович, независимый исследователь, г. Москва, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1216-3977>, e-mail: 0971090@gmail.com

Information about the author

Sergei B. Efremov, an Independent Researcher, Moscow, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1216-3977>, e-mail: 0971090@gmail.com

Получена 27.02.2023

Received 27.02.2023

Принята в печать 13.03.2023

Accepted 13.03.2023