

DOI: 10.12731/2227-930X-2020-3-30-45

УДК 659.113/115:658.382.015.12:331.101.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕНАЖЕРНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Давыдовский А.Г., Линник А.М.

В статье рассмотрены основы математического моделирования и функциональной организации тренажерной образовательной информационной среды для обучения водителей автотранспортных средств и инженерно-технических специалистов по эксплуатации наземного беспилотного транспорта.

***Цель:** разработка и обоснование математической модели и функциональной организации тренажерной образовательной информационной среды для обучения водителей автотранспортных средств и инженерно-технических специалистов по эксплуатации наземного беспилотного транспорта.*

***Методология** работы включает подходы кортежного и формального моделирования.*

***Результаты:** разработана математическая модель и функциональная структура тренажерной образовательной информационной среды для обучения водителей автотранспортных средств, а в перспективе – пользователей и инженерно-технических специалистов по эксплуатации наземного беспилотного транспорта.*

***Область применения результатов:** полученные результаты могут быть использованы в области разработки, развития и применения тренажерных обучающих систем для подготовки водителей различных категорий и специалистов в сфере автомобильного транспорта.*

***Ключевые слова:** тренажерная образовательная информационная среда; математическое моделирование; водители; обучение; профессиональные компетенции; транспорт.*

THE SIMULATION EXERCISE EDUCATIONAL INFORMATION ENVIRONMENT FOR THE TRAINING OF DRIVERS OF VEHICLES

Davidovsky A.G., Linnik A.M.

The article is devoted to the aspects of mathematical modeling of the functional organization of the simulator educational information environment for training drivers of motor vehicles and engineering specialists in the operation of a ground-based unmanned transport.

The purpose: *the development and justification of mathematical models and functional organization of the simulator educational information environment for training drivers of motor vehicles and engineering specialists in the operation of ground-based unmanned transport.*

The methodology: *formal and mathematical simulation approaches.*

Results: *has been developed the mathematical model and functional structure of the simulator educational information environment for training drivers of motor vehicles, and users and technical specialists in operation of ground-based unmanned transport in the future.*

Area of the result application: *the results obtained can be used in the development, development and application of simulator training systems for training drivers of various categories and specialists in the field of road transport.*

Keywords: *simulator educational information system; mathematical modeling; drivers; training; professional competences; transport.*

Введение

Как следует из «Доклада о состоянии безопасности дорожного движения в мире за 2015 год», чтобы достигнуть основных целей «Десятилетия действия по обеспечению безопасности дорожного движения» (2011–2020 гг.) и ряда целей в области устойчивого развития к 2020 году необходимо вдвое сократить во всем мире число смертей и травм в результате дорожно-транспортных происшествий (ДТП) [6, 14]. По мнению Всемирной организации здравоохранения

(ВОЗ), ежегодно в ДТП погибает от 1,24 до 1,3 млн человек. При этом возрастает численность автотранспортных средств (АТС), прежде всего в крупных городах с численностью населения более 1 млн чел. ДТП занимают лидирующие позиции по смертности и высокому материальному ущербу по сравнению с другими авариями и происшествиями в мире. При этом гибель в ДТП является лидирующей причиной смертности людей в возрасте от 15 до 29 лет. Среди участников дорожного движения наиболее уязвимой группой были признаны мотоциклисты. На их долю приходится около 23% всех смертельных исходов ДТП во многих регионах планеты [4]. Вместе с тем, причиной более 70% ДТП является «человеческий фактор» [1].

В этой связи актуальной проблемой является обеспечение эффективного обучения водителей АТС, а в перспективе – пользователей и инженерно-технического персонала по обслуживанию наземных беспилотных транспортных средств (НБТС). Эффективное решение практических задач по организации и реализации подобного обучения возможно в условиях тренажерной образовательной информационной среды (ТОИС), позволяющей осваивать сложные навыки деятельности при управлении АТС или эксплуатации наземного беспилотного транспорта в условиях сложных дорожно-транспортных ситуаций.

В условиях четвертой промышленной революции построение ТОИС возможно лишь на основе принципов широкой доступности, максимизации развития социально-личностных и профессиональных компетенций будущих специалистов, непрерывности образовательного процесса и открытости «архитектуры» его организации, а также систематической рефлексивной оценки результатов и достижений [5, 10].

Цель – разработка и обоснование математической модели и функциональной организации тренажерной образовательной информационной среды для обучения водителей автотранспортных средств и инженерно-технических специалистов по эксплуатации наземного беспилотного транспорта.

Материалы и методы исследования

Для моделирования ТОИС предложена кортежная модель процесса образовательной подготовки обучающихся (1):

$$M = \{M, P, V\}, \quad (1)$$

где M – условное обозначение категории водителей АТС, пользователей или специалистов по обслуживанию и эксплуатации наземного беспилотного транспорта;

P – набор знаний, умений, навыков, профессиональных компетенций для оценки их различных групп компетенций, необходимых для водителей (пользователей, специалистов) данной категории;

V – индикаторы важности (весовые коэффициенты) показателей профессиональных компетенций, необходимых для водителей (пользователей, специалистов) данной категории.

Важное значение для развития ТОИС имеет удовлетворенность качеством образовательного процесса S на основе самооценки уровня овладения конкретной академической, социально-психологической, профессиональной компетенцией C , соответствующей требуемому минимально достаточному уровню Y . Для оценки степени удовлетворенности обучающегося результатами его взаимодействия с ТОИС предложен критерий S_{ij} , который характеризует удовлетворенность i -ого пользователя уровнем владения профессиональной компетенцией по j -й характеристике с помощью равенства (2):

$$S_{ij} = \begin{cases} 1, & C_{ij} \geq Y_{ij} \\ \frac{C_{ij}}{Y_{ij}}, & C_{ij} \leq Y_{ij} \end{cases} \quad (2)$$

где C_{ij} – самооценка i -ого обучающегося собственного уровня владения j -ой профессиональной компетенцией или навыком в пределах Y -го уровня,

Y_{ij} – требуемый минимально достаточный уровень развития j -й профессиональной компетенции или навыка i -ого водителя автотранспортного средства, пользователя или инженерно-технического специалиста в пределах Y -го уровня.

На основе значений S_{ij} можно рассчитывать различные интегральные показатели удовлетворенности, например, интегральная удовлет-

воренность обучающегося – будущего водителя АТС, пользователя или инженерно-технического специалиста по эксплуатации НБТС – процессом обучения с помощью ТОИС. При этом итоговым результатом расчета является интегральная удовлетворенность обучающихся уровнем обучения и овладения группой характеристик (4):

$$S = \sum_{j=1}^n S_{ij} B_{ij} \quad (3)$$

где S_{ij} – интегральная удовлетворенность i -ого водителя АТС, пользователя или процессом обучения по освоению j -й профессиональной компетенции с помощью ТОИС,

n – количество технических или функциональных характеристик ТОИС,

B_{ij} – нормированный уровень важности j -ой технической или функциональной характеристики ТОИС для i -ого обучающегося.

Интегральную оценку уровня удовлетворенности обучающегося при использовании ТОИС можно рассчитать по формуле (3):

$$S = \sqrt[4]{\frac{\sum_{i=1}^n A_i X_i}{\sum_{i=1}^n X_i} * \frac{\sum_{j=1}^n A_j X_j}{\sum_{j=1}^n X_{ij}} * \frac{\sum_{h=1}^n A_h X_h}{\sum_{h=1}^n X_h} * \frac{\sum_{g=1}^n A_g X_g}{\sum_{g=1}^n X_g}}, \quad (4)$$

где S – показатель удовлетворённости пользователей сервисами ТОИС;

$A_{i,j,h,g}$ – совокупность знаний (навыков, умений) в рамках j -компетенций) обучающегося, причем каждый набор может быть охарактеризован j -м уровнем приоритетности для профессиональной деятельности, h -й степенью неопределенности эффективного развития в условиях реального образовательного процесса и g -м удельно-весовым показателем, характеризующим место рассматриваемой совокупности знаний (навыков, умений) среди в рамках формируемых профессиональных компетенций.

Функциональная организация тренажерной системы для обучения водителей АТС требует оценки ряда психофизиологических характеристик, включая состояние зрительного анализатора; профессионально важных и личностных качеств, включая предрасположенность к конфликтному поведению, уровень тревожности, социальной фрустрированности и т.д. Комплексная психодиагно-

стика этих психофизиологических характеристик возможна с помощью следующих методик: многофакторного исследования личности Р. Кеттелла, индикации копинг-стратегий по Д. Амирхану, диагностики предрасположенности личности к конфликтному поведению К. Томаса, выявления и анализ профессионально важных качеств водителей АТС, пользователей и инженерно-технических специалистов, эксплуатирующих наземный беспилотный транспорт; психологической диагностики уровня социальной фрустрированности Л.И. Вассермана, Б.В. Иовлева, М.А. Беребина; экспертной оценки степени надёжности водительской деятельности (авторская методика), а также тестов на сложную сенсомоторную реакцию на свет, пропускную способность зрительного анализатора, реакции на движущийся объект [7, 8].

Для моделирования ТОИС могут быть эффективно использованы пакеты прикладных программ «MatLab» и «Simulink». Будучи интерактивным инструментом для моделирования, имитации и анализа динамических систем, «Simulink» полностью интегрирован с «MatLab» и обеспечивает быстрый доступ к широкому спектру инструментов анализа и проектирования ТОИС.

Результаты исследования и их обсуждение

Математическое моделирование тренажерной образовательной информационной среды для обучения водителей. Для оптимизации образовательного процесса предложена математическая модель, рассматривающая комплекс таких параметров, как:

- количество сеансов обучения ($N(t)$);
- средняя продолжительность каждого сеанса обучения ($\overline{T(t)}$);
- интервал времени между сеансами обучения ($\tau(t)$);
- количество операций (навыков, умений), осваиваемых в течение интервала одного сеанса обучения ($n(t)$);
- количество актов контроля эффективности обучения в течение одного сеанса ($K(t)$);
- количество ошибок, допускаемых обучающимся в течение одного сеанса ($m(t)$);

- уровень мотивации к обучению ($M(t)$);
- объем информации, предлагаемый обучающемуся в течение одного сеанса обучения ($I(t)$);
- индивидуальный параметр забывания информации (f).

На основе комплекса вышеназванных параметров разработана математическая модель образовательного процесса по подготовке водителей АТС, а также пользователей и инженерно-технических специалистов по эксплуатации наземного беспилотного транспорта с помощью ТОИС (5) – (10) [3]:

$$\frac{dE(t)}{dt} = -a_0 + a_1N(t) + a_2\bar{T}(t)_i + a_3\tau(t)_i + a_n n(t)_i + a_5C(t)_i + a_6K(t)_i - a_7\bar{m}(t) + a_8M(t) - a_9I(t) - f; \quad \left(\frac{dE(t)}{dt} \rightarrow \max\right); \quad (5)$$

$$\frac{dN(t)}{dt} = (\lambda_1 - B_1N(t))(t_{opt} - t); \quad \left(\frac{dN(t)}{dt} \rightarrow \min\right); \quad (6)$$

$$-\frac{d(\lambda_1 - B_1N(t))}{\lambda_1 - B_1N(t)} = (t_{opt} - t)dt; \quad (7)$$

$$\frac{\ln}{\lambda_1} - B_1N(t) = -t_{opt}t + \frac{t^2}{2} - C; \quad (8)$$

$$B_1N(t) = -\exp\left(\frac{t^2}{2} - t_{opt}t + C^*\right) + \lambda_1; \quad (9)$$

$$N(t) = \frac{1}{B} \left(\lambda_1 - \exp\left(\frac{t^2}{2} - t_{opt}t + C^*\right) \right), \quad (10)$$

где C – постоянная интегрирования.

Предложенная математическая модель является вариативной по отношению в исследуемым факторам, а также условиям обучения и повышения квалификации водителей АТС, пользователей и инженерно-технического персонала по обслуживанию и эксплуатации НБТС.

На основе формальных выражений (1) – (4) и математической модели (5) – (10), а также оценки удовлетворенности обучающихся результатами обучения может быть осуществлено проектирование ТОИС.

Функциональная структура тренажерной образовательной информационной среды обучения лиц, эксплуатирующих транспортные средства. В области разработки и применения образовательных информационных сред, используемых для оптими-

зации образовательной подготовки водителей АТС, а в перспективе – пользователей и инженерно-технических специалистов по обслуживанию НБТС могут быть разработаны системные аспекты научно-методического, информационного и технологического обеспечения реализации образовательной информационной среды для дистанционной (удаленной) подготовки вышеназванных категорий обучающихся [11, 13].

Для оценки эффективности образовательной подготовки водителей АТС, пользователей и инженерно-технических специалистов по техническому обслуживанию и эксплуатации наземного беспилотного транспорта целесообразно предусмотреть в ТОИС решение следующих задач:

- 1) создание условий для освоения обучающимися особенностей профессиональной деятельности, обеспечения расширения индивидуальной базы знаний, умений, навыков и сложных профессиональных компетенций будущими водителями АТС, пользователями или инженерно-техническим персоналом по обслуживанию НБТС;
- 2) акцентирование внимания на развитии личностных качеств, необходимых для успешного овладения профессиональными знаниями, навыками и умениями;
- 3) определение уровня развития профессионально важных качеств, имеющихся у каждого обучающегося.

Решение данных задач позволит осуществить проектирование индивидуальных образовательных маршрутов наиболее оптимальным образом.

Для оценки эффективности обучения целесообразно использование двух вариантов контроля: текущего интегрально-рейтингового и итогового.

Интегрально-рейтинговый вариант контроля эффективности обучения учитывает:

- активность обучающихся в процессе обучения;
- результаты выполнения практических заданий по управлению транспортными средствами в условиях моделируемых дорожно-транспортных ситуаций;

- автоматизированное тестирование с помощью средств ТОИС и другие характеристики.

Итоговый контроль эффективности обучения осуществляется в форме обобщения результатов мониторинга усвоения обучающимися учебного материала теоретического и практического характера. Содержательная часть состоит из итоговых и промежуточных тестов для самопроверки и итогового контроля навыков управления наземными транспортными средствами. Для исключения возможности фальсификации обучения каждый пользователь имеет свой идентификационный код.

В техническом отношении ТОИС является информационно-технологической платформой, организованной на основе модульного принципа. При этом функциональная структура ТОИС включает пользовательский полифункциональный интерфейс, генератор ситуаций, осуществляющий моделирование как стандартных, так и аварийных дорожно-транспортных ситуаций, систему поддержки принятия решений обучающимся, подсистему блок оценки и прогнозирования эффективности действий обучающегося в моделируемых ситуациях управления АТС или использования наземного беспилотного транспорта, электронную медиатеку стандартных и аварийных учебных дорожно-транспортных ситуаций, базу данных о паттернах действий обучающегося, базу данных, содержащую индивидуальные психологические, психофизиологические и социально-психологические характеристики обучающегося, базу данных с наиболее типичными ошибками обучающегося, базу данных с индивидуальными результатами обучения, сервис «личный виртуальный кабинет» для обучающегося, коллективный веб-чат для образовательной и консультативной взаимной поддержки обучающихся, справочно-информационную консультативную веб-платформу [9, 15].

Пользовательский полифункциональный интерфейс представляет собой систему трех функционально различных, хотя и взаимосвязанных, интерфейсов:

- интерфейс моделирования ситуаций управления АТС;
- интерфейс саморегуляции функционального состояния обучающегося на основе биологической обратной связи;
- интерфейс взаимодействия обучающихся с техническими транспортными средствами (будущих водителей – с АТС, пользователей или инженерно-технических специалистов – с НБТС в процессе эксплуатации).

Необходимо отметить, что каждый из вышеназванных интерфейсов включает текстовый интерпретатор и графическую оболочку. Основу ТОИС составляет компьютерная программа, имеющая доступ к базам данных с элементами, предназначенными для усвоения обучающимся. Сам процесс обучения, находящийся под контролем ТОИС, включает ряд этапов, на каждом из которых обучающемуся предлагается последовательно освоить навыки деятельности постепенно возрастающей сложности в различных ситуациях управления АТС или эксплуатации наземного беспилотного транспорта.

Кроме того, функционал ТОИС предусматривает возможность формирования цифрового «индивидуального риск-паспорта водителя», позволяющего осуществлять прогнозирование рисков развития ДТП для конкретного субъекта в условиях стандартных и наиболее типичных аварийных дорожно-транспортных ситуаций. Подобный цифровой «индивидуальный риск-паспорт водителя» может быть использован в качестве идентификационного документа, наравне с водительскими правами или гражданским паспортом для каждого водителя АТС, а в перспективе – каждого пользователя НБТС.

Заключение

Разработка и внедрение ТОИС позволит обеспечить удаленную поддержку перманентного образовательного процесса по подготовке и переподготовке водителей автотранспортных средств различных категорий или пользователей и инженерно-технических специалистов по обслуживанию и эксплуатации наземного беспил-

лотного транспорта. При этом основой для аппаратно-программной реализации ТОИС могут быть искусственные нейронные сети, использующие комплекс взаимосвязанных стохастических моделей, моделей «сетей доверия» и байесовских алгоритмов [2].

Создание ТОИС возможно на основе реализации принципов доступности, максимизации личностного подхода к планированию и оптимизации профессионального роста будущего специалиста, а также непрерывности и открытости «архитектуры образовательного процесса». Благодаря открытой и модульной функциональной архитектуре ТОИС предоставляет обучающимся ряд возможностей, функций и сервисов, включая автоматическое моделирование аварийных дорожно-транспортных ситуаций при управлении автотранспортными средствами, моделирование учебных ситуаций непосредственно самими обучающимися в условиях как индивидуального, так и коллективного обучения, а также оценку качества выполнения учебных заданий, удаленное консультирование экспертов и взаимное консультирование обучающихся [12]. ТОИС, содержащая мобильные и стационарные элементы, облачные и аналитические сервисы, позволяет осуществлять анализ множества взаимосвязанных дорожно-транспортных ситуаций для обучения и подготовки водителей автомобильного транспорта, а в перспективе – пользователей и инженерно-технических специалистов по обслуживанию наземных систем беспилотного транспорта.

Список литературы

1. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире 2015 [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/GSRRS2015_Summary_RU.pdf?ua=1 (дата обращения: 12.04.2020).
2. Кочерга В.Г. Интеллектуальные транспортные системы в дорожном движении : учеб. пособие / В.Г. Кочерга, В.В. Зырянов, В.И. Коноплянко. Ростов н/Д : Изд-во ГСУ, 2001. 108 с.
3. Медведев О.С., Давыдовский А.Г., Новогран В.И., Коркин Л.Р., Яшин К.Д. Образовательная информационная среда для оптими-

- зации подготовки специалистов в области автоматизированного тестирования графического пользовательского интерфейса // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. (Республика Беларусь, Минск, 20-21 мая 2020 года): в 3 ч. Ч. 3 / редкол. : В.А. Богущ [и др.]. Минск : Бестпринт, 2020. С. 102-116.
4. На дорогах гибнут молодые и бедные [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gazeta.ru/auto/2015/10/19_a_7830845.shtml (дата обращения: 12.04.2020).
 5. Пишова А.В., Давыдовский А.Г. Формирование ключевых профессиональных компетенций будущих специалистов: анализ, прогнозирование, математическое моделирование // Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А.А. Куляшова. Серыя С. Псіхалага-педагагічныя навукі: педагогіка, псіхалогія, методыка. 2015. № 2 (46). С. 24-31.
 6. Повышение безопасности дорожного движения во всем мире. Записка Генерального секретаря [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2017/wp1/UNSG_Report_72-359_ru.pdf (дата обращения: 12.04.2020).
 7. Пугачёв, И. Н. Дорожная и психофизиологическая экспертизы дорожно-транспортных происшествий : учеб. пособие / И.Н. Пугачёв, П.А. Пегин. Хабаровск, 2008. 106 с.
 8. Романов, А. Н. Автотранспортная психология / А.Н. Романов. М.: Издательский центр «Академия», 2002. 224 с.
 9. Baulk S. D., Biggs S. N., Reid K. J., van den Heuvel C. J., Dawson, D. Chasing the silver bullet: Measuring driver fatigue using simple and complex tasks // Accident Analysis & Prevention. 2008. Vol. 40, N 1. P. 396–402.
 10. Davidovsky, A.G. The Problem of Preventive Management of Technological Risks in the Industry 4.0 / A.G. Davidovsky // European Sciences Review. 2019. № 11–12. P. 60–63.
 11. Hirsch P., Choukou M.-A., Bellavance F. Transfer of Training in Basic Control Skills from a Truck Simulator to a Real Truck // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 2017. Vol. 2637. P. 67–73.

12. Hoffman L., McDowd J. M. Simulator driving performance predicts accident reports five years later // *Psychology and Aging*, 2010. Vol. 25, N3. P. 741–745.
13. Matthews R. W., Ferguson, S. A., Zhou, X., Sargent, C., Darwent, D., Kennaway, D. J., Roach, G. D. Time-of-Day Mediates the Influences of Extended Wake and Sleep. *Chronobiology International*. 2012. Vol. 29, N 5. P.572–579
14. New WHO report highlights insufficient progress to tackle lack of safety on the world's roads [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.who.int/news-room/detail/07-12-2018-new-who-report-highlights-insufficient-progress-to-tackle-lack-of-safety-on-the-world's-roads> (дата обращения: 12.04.2020).
15. Shechtman O., Classen S., Awadzi K., Mann W. Comparison of Driving Errors Between On-the-Road and Simulated Driving Assessment: A Validation Study // *Traffic Injury Prevention*. 2009. Vol. 10, N 4. P. 379–385.

References

1. World Traffic Safety Report 2015. https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/GSRRS2015_Summary_RU.pdf?ua=1 (accessed: 12.04.2020).
2. Kocherga V.G. *Intellectualnye transportnye sistemy v dorozhnom dvizhenii: ucheb. posobie* [Intelligent Transport Systems in the Road: a training manual] / V.G. Kocherga, V.V. Zyryanov, V.I. Konoplyanko. Rostov-on-Don : GSU Publishing House, 2001. 108 p.
3. Medvedev O.S., Davydovsky A.G., Novogran V.I., Korkin L.R., Yashin K.D. Obrazovatel'naya informatsionnaya sreda dlya optimizatsii podgotovki spetsialistov v oblasti avtomatizirovannogo testirovaniya graficheskogo polzovatel'skogo interfeysa [Educational information environment for optimizing the training of specialists in the field of automated testing of the graphical user interface]. *BIG DATA and Advanced Analytiss = BIG DATA i analiz vysokogo urovnya: sb. materialov VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Respublika Belarus', Minsk, 20-21 maya 2020 goda)* [BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA and High-Level Analysis: Proceedings of the VI International

- Scientific and Practical Conference. (Republic of Belarus, Minsk, 20-21 May 2020 Year): in the 3rd part. Part 3 / editorial boards : V.A. Bogush [etc.]. Minsk: Bestprint, 2020. P. 102-116.
4. *Na dorogah gibnut molodye i bednie* [On the roads young and poor perish]. https://www.gazeta.ru/auto/2015/10/19_a_7830845.shtml (accessed: 12.04.2020).
 5. Pishchova A.V., Davydovsky A.G. Formirovaniye kluchevykh professionalnih kompetency buduschih spetsialistov: analiz, prognozirovaniye, matematicheskoe modelirovaniye [The formation of key professional competencies of future specialists: analysis, forecasting, mathematical modeling]. *Vesnik Magileyskaga dzyarzhaynaga yunivertsiteta imya A.A. Kulyashova. Seryya S. Psikhologiya-pedagogichnyya navuki: pedagogika, psikhologiya, metodyka* [Bulletin of Mogilev State University named after A.A. Kulyashova. Series C. Psychological and pedagogical sciences: pedagogy, psychology, methodology]. 2015. № 2 (46). P. 24-31.
 6. *Povysheniye bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya vo vsem mire. Zapiska Generalnogo sekretarya* [Improving road safety worldwide. Note by the Secretary-General]. https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/doc/2017/wp1/UNSG_Report_72-359_ru.pdf (accessed: 12.04.2020).
 7. Pugachyov I.N. *Dorozhnaya i psihofiziologicheskaya ekspertiza dorozhno-transportnykh proissheshtviy: ucheb. posobie* [Road and psychophysiological examination of road traffic accidents: a training manual] / I.N. Pugachyov, P.A. Pegin. Khabarovsk, 2008. 106 p.
 8. Romanov A.N. *Avtotransportnaya psihologiya* [Transport Psychology]. M.: Publishing Center «Akademiya», 2002. 224 p.
 9. Baulk S.D., Biggs S.N., Reid K.J., van den Heuvel C.J., Dawson, D. Chasing the silver bullet: Measuring driver fatigue using simple and complex tasks. *Accident Analysis & Prevention*. 2008. Vol. 40, N 1. P. 396–402.
 10. Davidovsky A.G. The Problem of Preventive Management of Technological Risks in the Industry 4.0. *European Sciences Review*. 2019. № 11–12. P. 60–63.

11. Hirsch P., Choukou M.-A., Bellavance F. Transfer of Training in Basic Control Skills from a Truck Simulator to a Real Truck. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2017. Vol. 2637. P. 67–73.
12. Hoffman L., McDowd J. M. Simulator driving performance predicts accident reports five years later. *Psychology and Aging*, 2010. Vol. 25, N3. P. 741–745.
13. Matthews R. W., Ferguson S. A., Zhou X., Sargent C., Darwent D., Kenaway D.J., Roach G.D. Time-of-Day Mediates the Influences of Extended Wake and Sleep. *Chronobiology International*. 2012. Vol. 29, N 5. P.572–579.
14. New WHO report highlights insufficient progress to tackle lack of safety on the world’s roads. <https://www.who.int/news-room/detail/07-12-2018-new-who-report-highlights-insufficient-progress-to-tackle-lack-of-safety-on-the-world’s-roads> (accessed: 12.04.2020).
15. Shechtman O., Classen S., Awadzi K., Mann W. Comparison of Driving Errors Between On-the-Road and Simulated Driving Assessment: A Validation Study. *Traffic Injury Prevention*. 2009. Vol. 10, N 4. P. 379–385.

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Давыдовский Анатолий Григорьевич, доцент кафедры инженерной психологии и эргономики, кандидат биологических наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

*ул. Петруся Бровки 6, г. Минск, 220013, Республики Беларусь
agd2011@list.ru*

Линник Алексей Михайлович, аспирант кафедры инженерной психологии и эргономики

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

*ул. Петруся Бровки 6, г. Минск, 220013, Республики Беларусь
linnik93@gmail.com*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Davidovsky Anatoly Grigorevich, Associate Professor, Department of Engineering Psychology and Ergonomics, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
6, Petrusya Brovki Str., Minsk, 220013, Republic of Belarus
agd2011@list.ru*

Linnik Aleksey Mikhaylovich, Postgraduate Student, Department of Engineering Psychology and Ergonomics
*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics
6, Petrusya Brovki Str., Minsk, 220013, Republic of Belarus
linnik93@gmail.com*