

УДК 378

DOI: 10.25559/SITITO.15.201902.477-487

Об особенностях использования тренажеров при реализации образовательных программ (на примере подготовки специалистов для транспорта)

А. А. Климов¹, Е. Ю. Заречкин^{1*}, В. П. Куприяновский^{1,2}

¹ Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Россия
127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9

* mirtr@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия
119991, Россия, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1

Аннотация

В условиях внедрения высоких технологий возрастают требования к практическим навыкам работников, являющимся необходимой составной частью их квалификаций, которые должны приобретаться не только на производстве, но и на стадии обучения. Дополнительные возможности для расширения сферы применения тренажерной подготовки открывают новые информационные технологии, позволяющие внедрять в учебный процесс элементы дополненной (виртуальной) реальности. В этой связи использование тренажеров получает широкое распространение при реализации образовательных программ среднего профессионального, высшего, дополнительного профессионального образования, профессионального обучения при подготовке специалистов большинства отраслей экономики. Вместе с тем, применение тренажерной подготовки с точки зрения нормативного закрепления в отношении различных сфер деятельности урегулирован недостаточно. Целью работы является освещение подходов к нормативно-правовому закреплению базовых понятий, связанных с тренажерной подготовкой применительно к различным сферам образовательной деятельности и отраслям экономики. Представлен анализ ключевых требований национального законодательства. Приведены примеры отдельных практик применения тренажеров при подготовке персонала в России и за рубежом. Показано, что в настоящее время в Российской Федерации наиболее системной областью внедрения тренажеров в образовательный процесс является подготовка специалистов для транспортной отрасли, что подтверждается наличием комплекса национальных норм правового и технико-технологического регулирования, международных конвенционных требований, регулирующих использование тренажеров, соответствующей практикой. Выявлены области, требующие развития законодательного регулирования. Представлены предложения по дальнейшему совершенствованию понятийного аппарата в сфере тренажерной подготовки и его соответствующей дифференциации с учетом внедрения новых информационных технологий.

Ключевые слова: образование, тренажеры, тренажерная подготовка, профессиональное образование, программы высшего образования, персонал.

Для цитирования: Климов А. А., Заречкин Е. Ю., Куприяновский В. П. Об особенностях использования тренажеров при реализации образовательных программ (на примере подготовки специалистов для транспорта) // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2019. Т. 15, № 2. С. 477-487. DOI: 10.25559/SITITO.15.201902.477-487

© Климов А. А., Заречкин Е. Ю., Куприяновский В. П., 2019



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



Features of Simulation-Based Educational Programs: Example of Transport Education and Training

A. A. Klimov^a, E. Yu. Zarechkin^{a*}, V. P. Kupriyanovsky^{a,b}

^a Russian University of Transport, Moscow, Russia

9-9 Obrastsova St., Moscow 127994, Russia

* mirtr@mail.ru

^b Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

1, Leninskie gory, Moscow 119991, Russia

Abstract

The introduction of high technology results in growing demand for practical skills that constitute inherent part of employees' qualifications acquired through on-the-job training as well as during education period. New information and computer-based technology enhances possibility and extends fields of simulation-based training, allowing integrating elements of virtual reality into the learning process. Effectively the use of simulators has become widespread in education degree programs of high vocational and higher education, as well as in professional training and retraining of the employees in most economic sectors. Regardless of wide expansion of simulation-based training it meets problems of insufficient legal regulation regarding its application in some fields of economic activity. The objective of the paper was to explore approaches to legal regulation of core terms and definitions referred to simulation-based learning in different education fields and sectors of the economy. The suggested analysis of key clauses of Russian national laws is followed by the selected examples of best practices of integration of simulation-based learning into staff training in Russia and other countries. The transport education and training in Russia is now the field where simulators are used in most systematic way, and that is proved by the set of existing national laws and technical regulations, by the consistent implementation of international conventions governing the use of simulators, and by relevant practices. The research allowed us to reveal the fields where legal regulations still need to be developed, and to suggest spheres of further development of concepts and differentiation of definitions regarding simulation-based training considering introduction of new computer-based technology.

Keywords: education, training, simulators, simulation-based training, vocational education, higher education degree programs, staff, employees.

For citation: Klimov A.A., Zarechkin E.Yu., Kupriyanovsky V.P. Features of Simulation-Based Educational Programs: Example of Transport Education and Training. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie* = Modern Information Technologies and IT-Education. 2019; 15(2):477-487. DOI: 10.25559/SITITO.15.201902.477-487



Вступление

По мнению экспертов, тренажерная подготовка наиболее востребована и получила ускоренное развитие при подготовке к деятельности в отраслях с высокими рисками, где особенно велика значимость человеческого фактора, где невозможно обучение на реально действующих объектах транспорта, оборонного комплекса, в работе по ликвидации чрезвычайных ситуаций, в медицине, энергетике¹.

Действительно, тренажеры получили широкое распространение при реализации образовательных программ среднего профессионального, высшего, дополнительного профессионального образования, профессионального обучения при подготовке специалистов большинства отраслей экономики. Например, из числа не упомянутых выше – в сельском хозяйстве [1], образовании [2], нефтедобыче², нефтепереработке [3], электроэнергетике [4], множестве сквозных производственных процессов, например, в сварочном производстве [5].

Среди множества факторов, способствующих широкому внедрению в процессы обучения тренажерной подготовки – ее эффективность с точки зрения закрепления и развития навыков. Практически аксиомой стал тезис о том, что закрепление навыков через совершение трудовых операций на порядок эффективнее, чем прослушивание лекций или даже визуальное освоение материалов. Естественно, что возросшие требования к практическим компетенциям, квалификации работников влекут за собой усиление внимания к тренажерной подготовке. Ряд производственных условий (если речь идет о действиях в условиях отказа техники или при авариях) невозможно воспроизвести на действующих структурах и объектах, тогда как тренажерная подготовка позволяет моделировать различные ситуации. Многие исследователи отмечают также экономический фактор, возможность воспроизвести обучение во множестве точек обучения, создать условия для более объективной оценки с использованием аппаратных средств.

Вместе с тем, нет достаточно ясного, единообразного понимания базовых понятий тренажерной подготовки с точки зрения нормативного закрепления. Это требует дополнительного анализа, особенно с точки зрения их использования в сфере подготовки по транспортным специальностям и направлениям подготовки с учетом особой важности формирования и развития практических навыков работников этой сферы деятельности.

Результаты

1. Нормативное регулирование и практика использования тренажеров в образовании

Содержание федерального законодательства в сфере образования отражает особую значимость использования тренажеров для подготовки специалистов транспорта.

С одной стороны, в Федеральном законе от 29 декабря 2012 г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации» (далее ФЗ «Об образовании в Российской Федерации») не содержится специальных норм, касающихся включения тренажеров в перечень обязательных средств обучения. В статье 2 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», вводящей общие понятия, определено, что «к средствам обучения и воспитания (относятся) приборы, оборудование, включая спортивное оборудование и инвентарь, инструменты (в том числе музыкальные), учебно-наглядные пособия, компьютеры, информационно-телекоммуникационные сети, аппаратно-программные и аудиовизуальные средства, печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы и иные материальные объекты, необходимые для организации образовательной деятельности»³. Таким образом, несмотря на то, что тренажеры прямо не упомянуты, это не ограничивает их использования в самых различных отраслях, исходя из того, что расширительная трактовка позволяет использовать в образовании аппаратно-программные и аудиовизуальные средства, а также в целом иные материальные объекты.

При этом общее определение тренажеров в федеральном законодательстве отсутствует. Наиболее релевантным в данной области действующим нормативным документом общего характера в России является ГОСТ 26387-84 «Система «человек-машина», введенный в действие в 1986 году. В числе установленных им терминов и определений «тренажер оператора СЧМ (системы «человек-машина»)». Указанный ГОСТ также дает определения специализированного, комплексного, универсального, группового, автономного, встроенного, адаптивного тренажеров, понятий учебной информационной модели в тренажере и моделирующего устройства тренажера⁴.

При использовании тренажеров должны учитываться положения пункта 9 статьи 13 ФЗ № 273-ФЗ, который предусматривает запрет на «использование при реализации образовательных программ методов и средств обучения и воспитания, образовательных технологий, наносящих вред физическому или психическому здоровью обучающихся»⁵.

С другой стороны, федеральное законодательство об образовании особо выделяет использование тренажеров для подготовки ряда категорий специалистов транспорта. В ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» понятие тренажеров включено только в статьи, посвященные особенностям реализации образовательных программ подготовки ряда категорий персонала транспорта и в области подготовки сил обеспечения транспортной безопасности (статья 85 и 85.1 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»). Это подтверждает особую значимость тренажерной подготовки в транспортной сфере не только в плане ее практической важности, но и с нормативной точки зрения.

¹ VR-Тренажеры. Применение технологий виртуальной реальности для создания тренажеров и симуляторов // VE Group, Виртуальная реальность. 2015. [Электронный ресурс]. URL: www.ve-group.ru/3dvr-resheniya/trenazheriy/ (дата обращения: 05.07.2019).

² Real-world examples of employee training with the help of virtual reality. How BP Uses VR For Safety Training? // Viar36. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.viar36.com/companies-using-virtual-reality-employee-training/> (дата обращения: 05.07.2019).

³ Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 26.07.2019), далее – Федеральный закон № 273-ФЗ.

⁴ Межгосударственный стандарт ГОСТ 26387-84 «Система «человек-машина», далее – ГОСТ 26387-84.

⁵ Федеральный закон № 273-ФЗ.



2. Особенности использования тренажеров в подготовке и повышении квалификации специалистов транспорта

В пункте 4 статьи 85 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» определено, что «реализация образовательных программ в области подготовки специалистов авиационного персонала гражданской авиации, членов экипажей судов в соответствии с международными требованиями, а также в области подготовки работников железнодорожного транспорта, непосредственно связанных с движением поездов и маневровой работой, включает в себя теоретическую, *тренажерную* и практическую подготовку по эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств по видам транспорта⁶». В соответствии с пунктом 6 этой статьи предусмотрено наличие учебно-тренажерной базы, транспортных средств и тренажеров, отвечающих требованиям ФГОС, типовых основных программ профессионального обучения или типовых дополнительных профессиональных программ, а пункт 7 предоставляет «федеральному органу исполнительной власти, осуществляющему функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере транспорта... право устанавливать... в части, не противоречащей настоящему Федеральному закону, особенности организации и осуществления теоретической, тренажерной и практической подготовки⁷». Аналогичные требования содержатся и в пунктах 5 и 6 статьи 85.1.

Федеральное законодательство базируется на признании эффективности использования тренажеров для подготовки ряда категорий специалистов-транспортников, закрепленном в требованиях международных конвенций, к которым присоединилась Российская Федерация.

При подготовке плавательного состава морских судов учитываются положения таких международных договоров и нормативных актов как:

- Конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (далее – Конвенция ПДНВ);
- Конвенция о Международных правилах предупреждения столкновений судов в море 1972 года;
- Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, а также резолюции и руководящие документы Международной морской организации;
- руководящие документы и резолюции Международной морской организации (далее – ИМО).

Разделом А-1/12 Конвенции ПДНВ⁸ установлены стандарты, определяющие использование тренажеров. Предусмотрена обязанность сторон Конвенции в части обеспечения соответствия тренажеров установленным требованиям. Устанавливаются особые требования к радиолокационному тренажеру, тренажеру средств автоматической радиолокационной про-

кладки, информированию лиц, проходящих подготовку, квалификации и опыту инструкторов и экзаменаторов.

В соответствии с установленным порядком уполномоченные органы каждой страны выдают свидетельство о соответствии учебно-тренировочных центров требованиям Правил 1/6, 1/12, глав V и VI Конвенции ПДНВ.

Требования Конвенции полностью учитываются при организации системы обучения.

Так, подготовка специалистов для морского и внутреннего водного транспорта, осуществляющаяся по специальностям, относящимся к укрупненным группам специальностей и направлений подготовки (далее – УГСН) 25.00.00 и 26.00.00: «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования – подготовка радиооператоров (судовых специалистов по радиооборудованию)», «Эксплуатация судовых энергетических установок – подготовка судовых механиков», «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики – подготовка судовых электромехаников», проводится в строгом соответствии с требованиями Конвенции ПДНВ и соответствующими постановлениями правительства.

Выпускники по перечисленным выше специальностям для работы на судах проходят установленные процедуры и получают рабочие дипломы в соответствии с соответствующим постановлением Правительства Российской Федерации (от 31 мая 2005 г. № 349) и приказами Минтранса России.

Подготовка плавательного состава предполагает обязательное осуществление тренажерной подготовки в соответствии с международными требованиями и федеральными государственными образовательными стандартами.

В целях обеспечения качества образовательного процесса тренажеры, используемые для подготовки плавательного состава морских судов, проходят процедуру освидетельствования⁹.

При подготовке плавательного состава морских судов используется обширный комплекс тренажеров, таких, как:

- навигационный тренажер;
- виртуальный мостик;
- тренажер ЭКНИС;
- тренажер РЛН и П;
- тренажер эксплуатации САРП;
- тренажерный программно-аппаратный комплекс МППСС;
- тренажер судовой дизельной энергетической установки;
- береговой учебно-тренажерный центр, включающий тренажер подготовки специалистов по спасательным шлюпкам и спасательным плотам, дымовой лабиринт, имитаторы пожаров;
- тренажерный комплекс по подготовке лиц, ответственных за охрану;
- тренажер судовой автоматизированной электроэнергетической станции и другое тренажерное оборудование¹⁰.

⁶ Там же.

⁷ Там же.

⁸ Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты. Издание 2011 года. Международная морская организация, Лондон, 2013.

⁹ Приказ Минтранса России от 10 февраля 2010 г. № 32 «Об утверждении Положения об одобрении типов аппаратуры и освидетельствовании объектов и центров».

¹⁰ Дальневосточный морской тренажерный центр // Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского [Электронный ресурс]. URL: https://msun.ru/ru/about_history_projects_complex (дата обращения: 05.07.2019); Тренажерное оборудование для подготовки специалистов морского флота // Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского [Электронный ресурс]. URL: https://msun.ru/ru/about_history_projects_complex/simulators (дата обращения: 05.07.2019); Новый тренажер системы динамического позиционирования введен в эксплуатацию в ГУМФ имени адмирала



В соответствии с нормативными актами Минтранса России предусмотрено, что тренажерная подготовка подразделяется на первичную, специальную, профессиональную, дополнительную. Определены направления подготовки, соответственно указанной классификации, периодичность ее прохождения¹¹.

При подготовке авиационного персонала учитываются:

- руководящие документы Международной организации гражданской авиации (ИКАО);
- приложения 1 и 6 Конвенции о международной гражданской авиации 1944 года;
- правила аэронавигационного обслуживания. Подготовка персонала (Doc. 9868 PANS-TRG);
- руководство по обучению в области человеческого фактора (Doc. 9683 - AN/950) [6].

Практическая подготовка летного состава в целях получения свидетельства коммерческого пилота ведется в соответствии с требованиями ИКАО, которые предполагают обязательное наличие 150 часов налета. Также в соответствии с требованиями ИКАО допускается замена 10% летного времени тренажерной подготовкой (занятия на тренажере – 10 часов; налет на одномоторном самолете – 110 часов; налет на многомоторном самолете – 30 часов.). В целом, тренажерная подготовка является частью обучения летного состава, диспетчеров и инженерно-технических специалистов.

Тренажерная подготовка нашла отражение в федеральных государственных образовательных стандартах (ФГОС). Так в ФГОС высшего образования – «специалитет по специальности 26.05.05 Судовождение» (утвержден приказом Министерства образования и науки от 15.03.2018 года № 191) предусматривается (абзац второй п. 4.3.1), что «для обеспечения тренажерной подготовки обучающихся... организация должна иметь тренажеры одобренного типа» и что «допускается замена оборудования его виртуальными аналогами».

Возможность замены оборудования виртуальными аналогами предусмотрена в целом ряде ФГОС, например, в части специалитета по специальности «23.05.03 Подвижной состав железных дорог» (утвержден приказом Министерства образования и науки от 27 марта 2018 года № 215).

3. Авиационные тренажеры

Регулирование в части авиационных тренажеров наиболее развито и может рассматриваться как пример разработки соответствующих норм.

Оно основано на документе ИКАО Doc 9625 «Руководство по критериям квалификационной оценки тренажерных устройств имитации полета»¹², включающем два тома. Первый том посвящен самолетам, второй – вертолетам.

Специфика транспортной отрасли, в частности, воздушного транспорта, получила подтверждение в том, что в национальном стандарте в соответствии с ГОСТ Р 57259—2016 «Тренажеры авиационные. Термины и определения», вступившем в силу с 1 июня 2017 года, систематизированы отсутствующие в более общих нормах рассмотренного ГОСТ 26387-84 понятия.

Так, введено понятие «авиационный тренажер», при этом допускается использование при определенных условиях термина «тренажерное устройство имитации полета» (совпадающего с соответствующим термином документов ИКАО).

Отличительной особенностью данного стандарта является включение термина «имитатор». В частности, отдельно определено понятие «авиационный тренажерный имитатор», под которым понимается «устройство или программно-аппаратный комплекс, имитирующие на авиационном тренажере функционирование отдельных элементов оборудования воздушного судна (систем, приборов и т.п.), осуществляющие контроль их отказов, а также создающие эффекты, связанные с физиологическими факторами». В случаях, когда область применения данного термина однозначно определена, допускается использование терминов «тренажерный имитатор» и «имитатор».

Приведена специфическая классификация имитаторов: акустических шумов (синоним - «система имитации акустических шумов»), (внешней) визуальной обстановки («система отображения внешней визуальной обстановки» и «система визуализации»), акселерационных воздействий («система имитации акселерационных воздействий» и «система подвижности»), вибрационных эффектов («система имитации вибрационных воздействий» и «имитатор тряски»), динамики полета, силовой установки, загрузки рычагов управления воздушным судном, авиационного прибора («имитатор прибора»), системы воздушного судна (например, «комплекс противопожарной защиты воздушного судна», «воздушная система», «топливная система»), «системы электроснабжения», «радиолокационного оборудования», «оборудования связи»).

Введены понятия, относящиеся к:

- процессу обучения (пользователь авиационного тренажера);
- специфическим особенностям тренажеров (кабина авиационного тренажера, макет кабины экипажа и т.д.);
- методам и руководящим документам по оценке соответствия тренажера предъявляемым требованиям: инженерное моделирование, эталонный тест, объективное испытание, субъективное испытание, контрольное испытание, испытание в замкнутом контуре, автоматизированное испытание, функциональное испытание, автоматический режим, ручной режим, комплексное испытание, испытание в ручном режиме, руководство по квалификации

С.О. Макарова // Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова [Электронный ресурс]. URL: gumrf.ru/news/1/news_080719_4.html (дата обращения: 05.07.2019); Морской УТЦ ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова модернизировал тренажер грузобалластных операций, дополнив его двумя рабочими местами и моделью танкера-газовоза, перевозящего сжиженный природный газ [Электронный ресурс]. URL: <https://prof.gumrf.ru/morskoj-utts-gumrf-imeni-admirala-s-o-makarova-moderniziroval-trenazher-gruzoballastnyh-operatsij-dopolniv-ego-dvumya-rabochimi-mestami-i-modelyu-tankera-gazovoza-perevozyashhego-szhizhennyj-prirodny/> (дата обращения: 05.07.2019); Тренажерные комплексы // Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф.Ушакова [Электронный ресурс]. URL: <http://ipk.aumsu.ru/%d1%82%d1%80%d0%b5%d0%bd%d0%b0%d0%bb%d1%91%d1%80%d1%8b/> (дата обращения: 05.07.2019); Морской учебно-тренажерный центр // Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова [Электронный ресурс]. URL: <https://prof.gumrf.ru/mutc/foto-i-vidiomaterialy-mutc/> (дата обращения: 05.07.2019).

¹¹ Приказ Департамента морского транспорта Министерства транспорта Российской Федерации от 04.01.1996 года № 1 «О совершенствовании тренажерной подготовки судоводителей, радиоспециалистов и операторов систем управления движением судов (СУДС)».

¹² Doc 9625. Руководство по критериям квалификационной оценки тренажерных устройств имитации полета. 4-е изд. ИКАО, 2015. URL: http://www.aviadocs.net/icaodocs/docs/9625_v1_cons_ru.pdf (дата обращения: 05.07.2019).



онным испытаниям, основное руководство по квалификационным испытаниям (Master qualification test guide. MQTG, одобренное компетентным органом исполнительной власти), заявление (или декларация) о соответствии (statement of compliance, declaration of conformity);

- технологиям: распределенное, автоматизированная обучающая система, регистрирующее устройство авиационного тренажера.

Категории тренажеров, определенные в данном государственном стандарте уточняют и частично расширяют положения ГОСТ 26387-84. К ним относятся:

- комплексный тренажер («полномасштабная имитация кабины экипажа конкретного типа, модели и серии воздушного судна, включающая основные системы воздушного судна и бортовое оборудование, оборудование и программно-математическое обеспечение, которые необходимы для воспроизведения движения и управления воздушным судном на земле и в полете и выполнения действий в штатной, нештатной и аварийной ситуациях в ожидаемых условиях эксплуатации»¹³. При этом в комплексном тренажере должны быть предусмотрены имитаторы внешней визуальной обстановки, акселерационных воздействий, акустических шумов;
- комплексный специализированный тренажер (для выполнения специализированных тренировочных и обучающих задач);
- тренажер навигационной системы и системы вооружения;
- пилотажный тренажер;
- пилотажно-навигационный тренажер;
- процедурный тренажер кабины экипажа;
- базовый тренажер для пилотирования по приборам;
- другое устройство для подготовки;
- использование компьютерных систем обучения;
- реконфигурируемый авиационный тренажер.

Кроме того, стандарт дает ряд определений терминов, важных для адекватности воспроизведения моделируемых характеристик (модель, математическая модель, объект моделирования, характеристика моделирования, адекватность модели, уровень адекватности, моделируемая характеристика), квалификационный уровень тренажера, моделирование воздушного судна.

В случае квалификационного уровня имеется в виду уровень технических возможностей тренажера, при этом для гармонизации нормативных документов с документом ИКАО Doc 9625, базовые комбинации уровней адекватности моделируемых характеристик тренажера описываются через термин «тип тренажера», обозначаемый римскими цифрами, в частности, от I до VII для тренажеров самолета.

Моделирование воздушного судна включает моделирование ряда характеристик: компоновка и конструкция кабины летного экипажа, динамика полета (модель полета), характеристики управляемости при движении на земле, системы

воздушного судна, моделирование эффектов (включая звуковые (акустические) эффекты, визуальные эффекты (внешняя визуальная обстановка), вибрационные эффекты, акселерационные эффекты (акселерационные воздействия). Моделирование окружающей обстановки включает такие категории характеристик, как «окружающая обстановка — навигация», «окружающая обстановка — метеоусловия», «окружающая обстановка - аэродромы и прилегающая местность» (или «окружающая обстановка — посадочные площадки и прилегающая местность» в отдельных случаях для вертолетов), «окружающая обстановка — управление воздушным движением».

Стандарт дает значительную детализацию терминов. Например, в области системы визуализации описываются яркость изображения, контрастность изображения, коллимационная система визуализации, проекционная система визуализации, зона обзора, разрешающая способность, текстура поверхности, визуализация ночных условий, визуализация условий сумерек, и т.д.

С целью подготовки летного состава образовательными организациями, подведомственными Федеральному агентству гражданской авиации, используются тренажерные комплексы. Кроме того, для подготовки инженерно-технических специалистов используются процедурные тренажеры, позволяющие имитировать ситуации, возникающие при эксплуатации авиационной техники, а для подготовки диспетчеров управления воздушным движением используются соответствующие тренажерные центры¹⁴. Зарубежная практика обширна [7] и в целом схожа с российской в силу следования конвенционным требованиям, но также включает отдельные, востребованные по странам специфические виды тренажерной подготовки, например, наземного персонала [8].

Следует отметить, что производство тренажеров также имеет определенный экспортный потенциал (см. напр.,¹⁵).

Вместе с тем, имеется и ряд проблем, связанных с дальнейшим развитием нормативной базы и использованием авиационных тренажеров (см., напр., [9]; [26, с. 24-42]).

В зарубежной практике имеется специфика, связанная с использованием тренажеров в утвержденных соответствующей администрацией учебных организациях. Так, в Федеральных авиационных правилах США (§ 61.129 – Aeronautical Experience). оговаривается возможность сокращения налета для лиц, прошедших обучение в утвержденных авиационных учебных центрах и по утвержденным программам. Так обучавшемуся в них пилоту вместо 250 часов, ему достаточно иметь 190 часов налета, в том числе ему может быть засчитано до 100 часов практики под руководством уполномоченного инструктора на летном тренажере или летном обучающем устройстве, которые представляют требуемый класс самолета или категорию и тип воздушного судна с системой увеличения подъемной силы¹⁶.

¹³ ГОСТ 26387-84 Система Человек-машина. Термины и определения.

¹⁴ Тренажерный центр (ТЦ) // Ульяновский институт гражданской авиации имени главного маршала авиации Б.П. Бугаева [Электронный ресурс]. URL: www.uvaiga.ru/tc (дата обращения: 05.07.2019).

¹⁵ Бюшгенс А. Г. Российский тренажерный рынок на пути к мировым стандартам // ЦНТУ «Динамика» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dinamika-avia.ru/mcenter/publication/detail.php?id=1810> (дата обращения: 05.07.2019).

¹⁶ Federal Aviation Regulations // 14 CFR Part 61 – certification: Pilots, Flight Instructors, and Ground Instructors. Subpart F – Commercial Pilots. §61.129. Aeronautical experience.



4. Другие виды транспорта и иные отрасли

Наличие конвенционных требований в сфере воздушного, морского и внутреннего водного (в силу, по сути, единой программы подготовки на уровне высшего образования – бакалавриата и специалитета) транспорта в отношении тренажерной подготовки не исключает, а в какой-то мере, учитывая взаимодействие видов транспорта, стимулирует использование тренажеров при подготовке специалистов внутреннего водного, автомобильного и железнодорожного транспорта [10].

На железнодорожном транспорте используется широкий спектр тренажеров. Исследование использования в Евросоюзе показало практически повсеместное внедрение тренажеров разного типа и для решения различных задач, но одновременно и отсутствие универсального, согласованного подхода [11]. Было изучено 138 тренажерных систем, развернутых на момент проведения исследования в учебных центрах 17 железнодорожных компаний. Около 30 систем представляли собой компьютерные программы, 10 – моделировали работу отдельных узлов, 60 – частично воспроизводили кабину машиниста, менее 10 – полностью воспроизводили кабину локомотива, но не имитировали движение, около 30 – полностью воспроизводили кабину и имитировали движение. Все системы работали в программной среде Windows, но для решения дополнительных задач (например, визуализации окружающей среды) в 40% случаев использовались продукты на базе Linux. В более чем 75% случаев тренажеры работали в локальной сети, менее чем в 25% имели выход в Интернет или имели возможность подключения для дистанционной работы слушателей¹⁷.

Примеры использования в других странах также многочисленны. Например, в Казахстане в рамках контракта между АО «НК «КТЖ» и General Electric по производству локомотивов ТЭ33А для подготовки машинистов в центр оценки и развития персонала – филиал АО «НК «КТЖ» передана кабина-тренажер¹⁸. В научной литературе рассматриваются многочисленные проблемы, связанные с задачами аппаратного [12] и программного обеспечения тренажеров машинистов подвижного состава, других тренажеров для подготовки и обучения работников транспорта [13], в том числе водителей автотранспорта [14], специалистов воздушного транспорта [15], их адекватностью и расширением функциональных возможностей [16]. Отдельная проблема, находящаяся в центре научных исследований, связана с особенностями построения инженерной модели, корректно воспроизводящей технологию работы транспортных объектов (например, железнодорожной 3D-станции) путем реконструкции следствий физических законов, действующих в реальном мире [17].

На железных дорогах, в том числе и в России, получают широкое распространение тренажеры, использующие VR-техно-

логии, например, для повышения квалификации дежурных по переезду¹⁹, новые средства визуализации, например, в тренажерах машинистов метрополитена²⁰.

Многочисленные научные публикации рассматривают проблемы использования тренажеров для подготовки специалистов автотранспорта, в первую очередь, водителей, в том числе предлагают многофакторную классификацию тренажеров [18], а также ведут дискуссию об условиях эффективности их использования [19]. По мере наращивания опыта использования тренажеров прорабатываются возможности их использования для решения специфических обучающих задач, например, в целях приобретения навыков экологически безопасного вождения [20].

Не будучи связанным непосредственно с подготовкой персонала, тем не менее заслуживает внимания вопрос о геймификации [21], создании развлекательных тренажеров в сфере транспорта. Их значение велико для популяризации работы в транспортной отрасли, привлечения молодежи. Кроме компьютерных игр с развлекательными сюжетами существует множество программ, по своему функционалу представляющих собой симуляторы полетов. Существует ряд работ по адаптации опыта полномасштабных тренажеров для использования в целях популяризации транспорта. Так в статье аргентинских авторов приводятся результаты создания развлекательного симулятора, имитирующего маневры морского судна [22]. Подобные же подходы к геймификации могут быть применены и в целях ускорения адаптации новых работников, например, в сфере транспортной логистики [23]. Опыт создания тренажеров (в частности, для подготовки водителей) применяется при создании систем взаимодействия «человек-машина» при конструировании новых автомобилей [24].

Отдельного внимания требует вопрос использования учебных транспортных средств. Квалификация обучающихся по транспортным специальностям (направлениям подготовки) в значительной степени зависит от практической подготовки, которую студенты проходят на всех этапах обучения.

Для специалистов морского флота обязательно прохождение плавательной практики, направленной на закрепление теоретических знаний и приобретение практических навыков и компетенций. Учебные плавательные практики курсантов и студентов учебных заведений проводятся на протяжении всего периода обучения. Кандидаты на получение квалификационных документов по плавательным специальностям обязаны подтвердить стаж плавания в объеме не менее 12 месяцев, а в случае получения квалификационного свидетельства моториста – 12 месяцев и 2 месяца практики по судоремонту.

Учитывая, что первичную плавательную практику с получением свидетельства рядового состава сложно организовать на судах судоходных компаний, для ее организации используются специализированные учебные суда, а уже после этого прак-

¹⁷ Schmitz M., Maag C. (eds.). 2Train: Benchmarking Report on computer-based Railway Training in Europe. 2Train project report. Pp. 35-38. URL: https://www.cdcargo.cz/documents/10179/827499/2TRAIN_Benchmarking_Report_on_computer-based_Railway_Training_in_Europe.pdf/ffedface-d1d1-4369-bdea-721e472ac015 (дата обращения: 05.07.2019).

¹⁸ Уникальный локомотив-тренажер в сердце Казахстана // GE Reports Russia/CIS. 28.12.2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ge.com/reports/%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%82%D0%B8%D0%B2-%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D1%80-%D0%B2-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B4/> (дата обращения: 05.07.2019).

¹⁹ Мустафин С. Новый формат обучения // Гудок. 25.12.2018. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gudok.ru/zdr/181/?page_print=Y&ID=1447810&archiv=48848 (дата обращения: 05.07.2019).

²⁰ В подготовке реального специалиста участвуют виртуальные двойники тренажеры // Транспортная газета Евразия Вести. 2019. [Электронный ресурс]. URL: www.eav.ru/publ1p.php?publid=2019-05a11 (дата обращения: 05.07.2019).



тика может быть организована на судах судоходных компаний. В других отраслях делаются попытки систематизировать требования к тренажерной подготовке на международном уровне. В качестве примера можно назвать документы СНГ, например²¹, в них, в частности, предлагается подход к определению ряда понятий тренажерной подготовки. Например, под тренажером понимается «программно-техническое средство профессиональной подготовки персонала», отвечающее ряду требований²². Проработанными являются требования к тренажерам, в том числе с точки зрения реализации интерфейсных и математических моделей «технической и физической сущности системы «энергообъект-среда-оператор», а также все необходимые взаимосвязи в этой системе, обеспечивающие адекватность модели реальному объекту».

Заключение

Проведенный анализ позволяет сделать заключение о наличии развитой нормативной базы применения тренажеров на транспорте, особенно на воздушном и водном. Она регулирует определение основных понятий, относящихся к определению роли тренажерной подготовки в реализации программ профессионального обучения, среднего профессионального и высшего образования, повышения квалификации, организационные вопросы, требования к тренажерам.

Тренажеры широко используются для подготовки специалистов автомобильного и железнодорожного транспорта, однако столь детализированной нормативно-правовой базы, касающейся применения тренажеров в этих видах транспорта, пока не создано.

В описании специфических задач, присущих различным отраслям экономики и видам транспорта, существуют тем не менее и различные подходы к определению в несистематизированных нормативных актах базовых понятий, связанных с тренажерной подготовкой.

Не дифференцированы понятия собственно тренажерной подготовки и подготовки с использованием информационных технологий, программно-аппаратных комплексов, действующих учебных транспортных средств.

Отсутствует единая классификация даже основных видов и категорий тренажеров.

По мнению авторов, ФГОС нуждаются в более четком указании на использование тренажерной подготовки, на ее соотношении с практикой.

Вместе с тем, имеющийся солидный нормативный опыт и богатая практика использования тренажеров позволяет, по меньшей мере в транспортной отрасли, идти по пути сближения норм, регулирующих использование тренажеров, особенно в тех случаях, когда это не противоречит требованиям международных конвенций. Это позволяет добиться синер-

гетического эффекта за счет трансфера базовых технологий тренажерного обучения между видами транспорта, ускорить внедрение новых решений, связанных, в том числе, с технологиями дополненной реальности.

Перспективность использования тренажеров при подготовке транспортников очевидна, и их значение будет только возрастать.

Как отмечает ряд исследователей, нужны дополнительные исследования, направленные на повышение эффективности использования тренажеров, учитывающие последние достижения в сфере цифровизации, в том числе технологии виртуальной реальности, машинного зрения, искусственного интеллекта^{23 24} [25], а также многоплановое влияние человеческого фактора на моделируемые процессы.

Список использованных источников

- [1] *Gilmore B., Hunt T., Chitanda M., Nguyen A.* Combine Operator Training Simulator // VDI-Berichte. Innovations in Agricultural Engineering for Efficient Farming, AgEng, VDI-MEG International Conference Agricultural Engineering - Internationale Tagung Land.Technik, 73. VDI-Verlag, Düsseldorf, 2015. Vol. 2251. Pp. 337-342.
- [2] *Векслер В. А., Рейдель Л. Б.* Интерактивные тренажеры и их значение в учебном процессе // Novainfo.Ru. 2016. Т. 1, № 41. С. 205-211. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25496495> (дата обращения: 05.07.2019).
- [3] *Ишкильдин Р. Р.* Система поддержки процессов разработки тренажеров автоматизированных технологических комплексов // Нефтегазовое дело. 2015. Т. 13, № 4. С. 220-225. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25838036> (дата обращения: 05.07.2019).
- [4] *Рабенко В. С.* Компьютерные тренажеры как средство повышения качества профессиональной подготовленности операторов // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2004. Вып. 2. С. 19-27. URL: http://ispu.ru/files/14_0.pdf (дата обращения: 05.07.2019).
- [5] *Liyang H.* Application of welding simulation training system // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 439. Pp. 032122. DOI: 10.1088/1757-899X/439/3/032122
- [6] *Колокольников Ф. А., Яблонский С. Н., Лю Д., Теренин С. С.* Анализ международных требований при построении системы подготовки авиационных специалистов // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2015. № 219(9). С. 85-89. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25279636> (дата обращения: 05.07.2019).
- [7] *Koblen I., Kovacova J.* Selected information on flight

²¹ «Методические рекомендации по тренажерной подготовке в электроэнергетике государств-участников СНГ» (утверждены Решением Электроэнергетического Совета СНГ, протокол № 51 от 4.11.2017 года). [Электронный ресурс]. URL: <http://energo-cis.ru/wyswyg/file/Documents%20EES%20SNG/Razdel%205/5.76.%20%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8%20%D0%BF%D0%BE%20%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B3%D0%BE%D1%82%D0%BE-%D0%B2%D0%BA%D0%B5.pdf> (дата обращения: 05.07.2019).

²² Там же.

²³ *Ортлофф Р. К.* Обучающие методики с использованием тренажеров при обучении работе в системах управления процессами // Control Engineering Россия [Электронный ресурс]. URL: <https://controlengrussia.com/innovatsii/trenazhery> (дата обращения: 05.07.2019).

²⁴ VR-Тренажеры. Применение технологий виртуальной реальности для создания тренажеров и симуляторов // VE Group, Виртуальная реальность. 2015. [Электронный ресурс]. URL: www.ve-group.ru/3dvr-resheniya/trenazheryi/ (дата обращения: 05.07.2019).



- simulators-main requirements, categories and their development, production and using for flight crew training in the both Slovak Republic and Czech Republic conditions // INCAS BULLETIN. 2012. Vol. 4, Issue 3. Pp. 73-86. DOI: 10.13111/2066-8201.2012.4.3.7
- [8] Park Y, Park Y, Kim H. Development of Immersive Vehicle Simulator for Aircraft Ground Support Equipment Training as a Vocational Training Program / H. Krömker (eds) // HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems. HCII 2019. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 11596. Springer, Cham, 2019. Pp. 225-234. DOI: 10.1007/978-3-030-22666-4_16
- [9] Серёгин Г. Н. Авиационные тренажеры – реальный путь к повышению безопасности полетов // Право и безопасность. 2006. № 3-4(20-21). URL: www.dpr.ru/pravo/pravo_19_21.htm (дата обращения: 05.07.2019).
- [10] Трухин А. В. Анализ существующих в РФ тренажерно-обучающих систем // Открытое и дистанционное образование. 2008. № 1(29). С. 32-39. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12936817> (дата обращения: 05.07.2019).
- [11] Schmitz M., Maag C., Mera J. The use of computer-based training tools in Europe – an overview and new approaches // WIT Transactions on The Built Environment. 2008. Vol. 103. Pp. 829-837. DOI: 10.2495/CR080801
- [12] Chernov A. V., Chupiy D. N., Alexandrov A. A., Miroshnikov A. M. An Approach to Testing the Hardware Modules of Locomotive Driver Console Simulator // 2018 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS). Kazan, 2018. Pp. 1-4. URL: 10.1109/EWDTS.2018.8524765
- [13] Cleij D., Venrooij J., Pretto P., Pool D. M., Mulder M., Bülthoff H. H. Continuous Subjective Rating of Perceived Motion Incongruence During Driving Simulation // IEEE Transactions on Human-Machine Systems. 2018. Vol. 48, No. 1. Pp. 17-29. DOI: 10.1109/THMS.2017.2717884
- [14] Al-Shihabi T., Mourant R. R. Toward More Realistic Driving Behavior Models for Autonomous Vehicles in Driving Simulators // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. 2003. Vol. 1843, Issue 1. Pp. 41-49. DOI: 10.3141/1843-06
- [15] Gaofeng Pan, Yan Su, Sifang Liu, Pei Li. Design and Implementation of Flight Monitoring Simulation Training System // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 585, No. 1. Pp. 012111. DOI: 10.1088/1757-899X/585/1/012111
- [16] Riener A. Assessment of Simulator Fidelity and Validity in Simulator and On-the-road Studies // International Journal on Advances in Systems and Measurements. 2010. Vol. 3, No. 3 & 4. Pp. 110-124. URL: <https://pdfs.semanticscholar.org/1f10/1bc42f93a9d3c51e81d15a2770592ece2e4e.pdf> (дата обращения: 05.07.2019).
- [17] Головнич А. К. Технологические свойства объектов инженерной модели 3D-станции // Мир транспорта. 2016. Т. 14, № 2. С. 16-29. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28287619> (дата обращения: 05.07.2019).
- [18] Серикова М. Г., Терехов В. М. Совершенствование подготовки специалистов для предприятий автомобильного транспорта // Транспортное дело России. 2014. № 3. С. 68-69. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21947909> (дата обращения: 05.07.2019).
- [19] Moraes Th. D., Schwartz Y. Ergological Perspectives for the Use of Driving Simulators // Trends in Psychology. 2017. Vol. 25, No. 4. Pp. 1605-1619.
- [20] Lüderitz C., Wirzberger M., Karrer K. Sustainable Effects of Simulator-Based Training on Eco-Driving /B. Deml, P. Stock, R. Bruder, C. M. Schlick (eds) // Advances in Ergonomic Design of Systems, Products and Processes. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2016. Pp. 463-475. DOI: 10.1007/978-3-662-48661-0_30
- [21] Ефанов Д. В., Хорошев В. В., Осадчий Г. В. Игровые приложения системы обучения OSA // Мир транспорта. 2018. Т. 16, № 4. С. 212-221. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35686906> (дата обращения: 05.07.2019).
- [22] Abasolo M. J., Bauza C. G., Lazo M., Amato J. P. D., Venere M., De Giusti A., Manresa-Yee C., Mas-Sanso R. From a Serious Training Simulator for Ship Maneuvering to an Entertainment Simulator / F. J. Perales, J. Santos-Victor (eds) // Articulated Motion and Deformable Objects. AMDO 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol 8563. Springer, Cham, 2014. Pp. 106-117. DOI: 10.1007/978-3-319-08849-5_11
- [23] Olexova C., Gajdoš J. Logistics Simulation Game Proposal – a Tool for Employees' Induction // Quality Innovation Prosperity. 2016. Vol. 20, Issue 2. Pp. 53-68. DOI: 10.12776/QIP.V2012.753
- [24] Weir D. H. Application of a driving simulator to the development of in-vehicle human-machine interfaces // IATSS Research. 2010. Vol. 34, No. 1. Pp. 16-21. DOI:10.1016/j.iatssr.2010.06.005
- [25] Hvannberg E. T. A Framework for Monitoring Evolution and its Drivers in Training Simulators // The Journal of Interaction Science. 2019. Vol. 7. DOI: 10.24982/jois.1813019.002
- [26] Щербак В. В. Методика синтеза технических средств обучения, применяемых в системе переподготовки инженерно-технического персонала, на новое воздушное судно гражданской авиации. Дисс...канд. техн. наук. М.: МГТУ ГА, 2016. 150 с.
- Поступила 05.07.2019; принята к публикации 16.07.2019; опубликована онлайн 25.07.2019.

Об авторах:

Климов Александр Алексеевич, ректор, Российский университет транспорта (МИИТ) (127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9), кандидат технических наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6926-5029>, office.klimov@gmail.com

Заречкин Евгений Юрьевич, директор центра стратегических программ, Российский университет транспорта (МИИТ) (127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9), кандидат философских наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7797-5987>, mirtr@mail.ru

Куприяновский Василий Павлович, эксперт Центра высокоскоростных транспортных систем, Российский университет транспорта (МИИТ) (127994, Россия, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9), Научно-образовательный центр компетенций в области цифровой экономики, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, д.1), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3493-8729>, v.kupriyanovsky@rut.digital

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



References

- [1] Gilmore B., Hunt T., Chitanda M., Nguyen A. Combine Operator Training Simulator. *VDI-Berichte*. Innovations in Agricultural Engineering for Efficient Farming, AgEng, VDI-MEG International Conference Agricultural Engineering - Internationale Tagung Land.Technik, 73. VDI-Verlag, Düsseldorf. 2015; 2251:337-342. (In Eng.)
- [2] Wexler V.A., Reidel L.B. Interactive simulators and their role in training process. *Novainfo.Ru*. 2016; 1(41):205-211. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25496495> (accessed 05.07.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [3] Ishkildin R.R. Trainer development process support systems of automatic technological complexes. *Neftegazovoe delo = Oil and Gas Business*. 2015; 13(4):220-225. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25838036> (accessed 05.07.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [4] Rabenko V.S. Computer-based simulators as the tool of increasing quality of vocational training of operators. *Vestnik of Ivanovo State Power Engineering University*. 2004; 2:19-27. Available at: http://ispu.ru/files/14_0.pdf (accessed 05.07.2019). (In Russ.)
- [5] Liyang H. Application of welding simulation training system. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018; 439:032122. (In Eng.) DOI: 10.1088/1757-899X/439/3/032122
- [6] Kolokolnikov P.A., Yablonskiy S.N., Lyu D., Terenin S.S. International requirements analysis applied at program systems design for aeronautical specialists training. *Naučnyj vestnik MGTU GA = Civil Aviation High TECHNOLOGIES*. 2015; 219(9):85-89. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25279636> (accessed 05.07.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [7] Koblen I., Kovacova J. Selected information on flight simulators-main requirements, categories and their development, production and using for flight crew training in the both Slovak Republic and Czech Republic conditions. *INCAS BULLETIN*. 2012; 4(3):73-86. (In Eng.) DOI: 10.13111/2066-8201.2012.4.3.7
- [8] Park Y., Park Y., Kim H. Development of Immersive Vehicle Simulator for Aircraft Ground Support Equipment Training as a Vocational Training Program. In: Krömker H. (eds) *HCI in Mobility, Transport, and Automotive Systems. HCII 2019. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Cham. 2019; 11596:225-234. (In Eng.) DOI: 10.1007/978-3-030-22666-4_16
- [9] Seregin G.N. Aviation simulators as a realistic path to grown flight safety. *Pravo i bezopasnost'*. 2006; 3-4(20-21). Available at: www.dpr.ru/pravo/pravo_19_21.htm (accessed 05.07.2019). (In Russ.)
- [10] Trukhin A.V. The analysis of computer training systems developed in Russian Federation. *Otkrytoe i distantsionnoe obrazovanie = Open and distance education*. 2008; (1):32-39. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12936817> (accessed 05.07.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [11] Schmitz M., Maag C., Mera J. The use of computer-based training tools in Europe – an overview and new approaches. *WIT Transactions on The Built Environment*. 2008; 103:829-837. (In Eng.) DOI: 10.2495/CR080801
- [12] Chernov A.V., Chupiy D.N., Alexandrov A.A., Miroshnikov A.M. An Approach to Testing the Hardware Modules of Locomotive Driver Console Simulator. *2018 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*. Kazan, 2018, pp. 1-4. (In Eng.) URL: 10.1109/EWDTS.2018.8524765
- [13] Cleij D., Venrooij J., Pretto P., Pool D.M., Mulder M., Bühlhoff H.H. Continuous Subjective Rating of Perceived Motion Incongruence During Driving Simulation. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*. 2018; 48(1):17-29. (In Eng.) DOI: 10.1109/THMS.2017.2717884
- [14] Al-Shihabi T., Mourant R.R. Toward More Realistic Driving Behavior Models for Autonomous Vehicles in Driving Simulators. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2003; 1843(1):41-49. (In Eng.) DOI: 10.3141/1843-06
- [15] Gaofeng Pan, Yan Su, Sifang Liu, Pei Li. Design and Implementation of Flight Monitoring Simulation Training System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2019; 585(1):012111. (In Eng.) DOI: 10.1088/1757-899X/585/1/012111
- [16] Riener A. Assessment of Simulator Fidelity and Validity in Simulator and On-the-road Studies. *International Journal on Advances in Systems and Measurements*. 2010; 3(3&4):110-124. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/1f10/1bc42f93a9d3c51e81d15a2770592ece2e4e.pdf> (accessed 05.07.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [17] Golovnich A.K. Technological properties of 3D station engineering model. *Mir transporta = World of Transport and Transportation*. 2016; 14(2):16-29. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28287619> (accessed 05.07.2019). (In Eng., abstract in Russ.)
- [18] Serikova M., Terekhov V. Improvement of training for road transport companies. *Transport business of Russia*. 2014; (3):68-69. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21947909> (accessed 05.07.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [19] Moraes Th. D., Schwartz Y. Ergological Perspectives for the Use of Driving Simulators. *Trends in Psychology*. 2017; 25(4):1605-1619. (In Eng.)
- [20] Lüderitz C., Wirzberger M., Karrer K. Sustainable Effects of Simulator-Based Training on Eco-Driving. In: Deml B., Stock P., Bruder R., Schlick C.M. (eds) *Advances in Ergonomic Design of Systems, Products and Processes*. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2016, pp. 463-475. (In Eng.) DOI: 10.1007/978-3-662-48661-0_30
- [21] Efanov D.V., Khoroshev V.V., Osadchiy G.V. Game Applications of OSA Learning System. *Mir transporta = World of Transport and Transportation*. 2018; 6(4):212-221. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35686906> (accessed 05.07.2019). (In Russ., abstract in Eng.)
- [22] Abasolo M.J., Bauza C.G., Lazo M., Amato J.P.D., Venere M., De Giusti A., Manresa-Yee C., Mas-Sanso R. From a Serious Training Simulator for Ship Maneuvering to an Entertainment Simulator. In: Perales F.J., Santos-Victor J. (eds) *Articulated Motion and Deformable Objects. AMDO 2014. Lecture Notes in Computer Science*. Springer, Cham. 2014; 8563:106-117. (In Eng.) DOI: 10.1007/978-3-319-08849-5_11
- [23] Olexova C., Gajdoš J. Logistics Simulation Game Proposal – a Tool for Employees' Induction. *Quality Innovation Prosperity*. 2016; 20(2):53-68. (In Eng.) DOI: 10.12776/QIP.V20I2.753



- [24] Weir D.H. Application of a driving simulator to the development of in-vehicle human-machine interfaces. *IATSS Research*. 2010; 34(1):16-21. (In Eng.) DOI:10.1016/j.iatssr.2010.06.005
- [25] Hvannberg E.T. A Framework for Monitoring Evolution and its Drivers in Training Simulators. *The Journal of Interaction Science*. 2019; 7. (In Eng.) DOI: 10.24982/jois.1813019.002
- [26] Shcherbak V.V. *Metodika sinteza tekhnicheskikh sredstv obucheniya, primenyaemyh v sisteme perepodgotovki inzhenerno-tekhnicheskogo personala, na novoe vozdushnoe sudno grazhdanskoj aviatsii* [Methodology for the synthesis of technical training tools used in the retraining system of engineering and technical personnel for a new civilian aircraft]. Thesis ... candidate of. tech. sciences. Moscow, MSTU CA, 2016. 150 pp. (In Russ.)

Submitted 05.07.2019; revised 16.07.2019;
published online 25.07.2019.

About the authors:

Alexander A. Klimov, Rector, Russian University of Transport (9-9 Obrastsova St., Moscow 127994, Russia), Ph.D. (Engineering), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6926-5029>, office.klimov@gmail.com

Evgeny Yu. Zarechkin, Director of the Center of Strategic Programs, Russian University of Transport (9-9 Obrastsova St., Moscow 127994, Russia), Ph.D. (Philosophy), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7797-5987>, mirtr@mail.ru

Vasily P. Kupriyanovsky, Expert at the Center for High-Speed Transport Systems, Russian University of Transport (9-9 Obrastsova St., Moscow 127994, Russia), The National Center for Digital Economy, Lomonosov Moscow State University (1, Leninskie gory, Moscow 119991, Russia), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3493-8729>, v.kupriyanovsky@rut.digital

All authors have read and approved the final manuscript.

