

УДК 37.014

DOI: 10.25629/НС.2021.12.54

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ТРЕНАЖЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Карелина М.В.

Российский университет транспорта (МИИТ)

**Аннотация.** В статье рассмотрен опыт применения тренажерного оборудования для обучения будущих специалистов авиационного, морского и железнодорожного транспорта. Использование тренажерного оборудования является важным элементом образовательного процесса во многих вузах мира и транспортных Компаниях, представлен позитивный опыт и проблемы его применения. Представленный анализ позволяет сформулировать выводы о использовании тренажерного оборудования в организации обучения будущих специалистов транспортной отрасли, сформулированы основные положения, предъявляемые сегодня к их подготовке.

**Ключевые слова:** тренажерное оборудование, учебный процесс, опыт использования, формирование навыков, подготовка персонала.

Динамические изменения, происходящие на транспорте, являются, одними из наиболее значительных среди других отраслей экономики. Современные поезда, самолеты, автомобили и корабли называются «умными», а технологии «зелеными». Преобразования, происходящие сегодня, далеки от завершения и требуют новых навыков персонала. Качество предоставляемых транспортных услуг зависит, прежде всего, от сотрудников, занятых в отрасли, которым необходимы новые компетенции, позволяющие управлять современным оборудованием и являющиеся критически важными, в свете происходящей трансформации. Использование тренажерного оборудования (далее – ТО) при формировании этих компетенций, может помочь сократить время на подготовку персонала, повысив его эффективность, безопасность и качество оптимизировав затраты.

Зарубежными исследователями отмечается [1; 3; 4; 10; 11; 12; 14; 15; 17], что наиболее эффективно тренажерное оборудование находит применение в учебном процессе для подготовки специалистов гражданской, военной и космической авиации для подготовки пилотов (авиационное управление); судовождения на водном транспорте; на метрополитене и железнодорожном транспорте, для специальностей связанных с эксплуатационной деятельностью; в Вооруженных Силах, для специальностей связанных с подготовкой операторов различных образцов вооружения.

### Позитивный опыт использования ТО

Исследователями [18; 19; 20; 21; 22; 23; 24] отмечается, что применение ТО обладает большим потенциалом структурируя учебный процесс, вовлекая студентов в активное «глубокое обучение», которое способствует пониманию, в отличие от «поверхностного обучения», требующего только запоминания. Использование в учебном процессе ТО включает в себя также процесс рефлексии, который вызывает необходимость у студентов осмысления того, как и почему они вели себя определенным образом во время работы на тренажерах и возможность научиться переносить полученные знания на новые профессиональные проблемы и ситуации.

### Морское тренажерное оборудование

Международная морская организация (ИМО), специализированное учреждение ООН, отвечающее за охрану и безопасность судоходства и предотвращение загрязнения морской среды судами, поддерживает обучение с использованием имитационных и пилотируемых мо-

делей судов. Резолюция ИМО А. 960(23) гласит, что “подготовка должна включать практический опыт, накопленный под пристальным наблюдением опытных пилотов. Этот практический опыт, полученный на судах в реальных условиях пилотирования, может быть дополнен имитационным моделированием, как компьютерным, так и пилотируемым моделированием”.

В настоящее время практическая подготовка моряков до уровня, обязательной STCW Convention (Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты), МКУБ (Международным кодексом по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращением загрязнения), ИСО, происходит на различном ТО, которое, условно, можно разделить в соответствии с достоверностью имитируемого оборудования на тренажеры с высокой и низкой точностью моделирования: имитаторы, комплексные, радиолокационные, виртуальные (контролирующие и обучающие).

На первом этапе обучения используют локальные тренажеры для отработки практических и алгоритмических навыков в управлении отдельными техническими средствами. На втором этапе применяются групповые тренажеры, обеспечивающие отработку отдельных взаимосвязанных действий группы операторов, а также формирование у обучаемых сложных алгоритмических навыков. На завершающем этапе применяются комплексные (деятельностные) тренажеры для формирования профессиональной надежности эргатической части системы применительно к конкретному проекту корабля.

Этот процесс включает в себя интеграцию профессиональной подготовки, психологической готовности и психофизиологических реакций в стандартных и экстремальных режимах использования тренажеров. Особенностью использования тренажеров в береговых условиях является определение рационального состава аппаратного, методического, математического и программного обеспечения решения тренажерных задач, а также психофизиологическое сопровождение тренажерной подготовки [11]. В состав комплексных (деятельностных) тренажеров могут входить практически все типы тренажерного оборудования. Для проведения обучения и наработки навыков несения вахты в МО (машинном отделении) и на ЦПУ (центральном посту управления) современного судна применяется тренажер СУЭ (судовой энергетической установки), который обеспечивает как индивидуальную, так и ГП (групповую подготовку) под руководством инструктора или без него. Модульная структура тренажера позволяет обеспечить объединение тренажера СУЭ, навигационного тренажера и ТВС (тренажера виртуального судна). Подготовка на тренажере СМ (судовых механиков) и судоводителей позволяет решать задачи: подготовки организованности в действиях личного состава; понимания системы работы всех высокоавтоматизированных элементов судна; отработки штатных и нештатных ситуаций в различных погодных условиях; изучения систем МКО (машинно-котельного отделения), ОК (органов контроля) и управления современного автоматизированного судна.

### **Авиационное ТО**

При подготовке студентов к профессиональной деятельности на авиационных тренажерах, которая является частью обязательного обучения летной подготовки авиационного состава учитываются: документы ИКАО (Международной организации гражданской авиации); Конвенция о международной гражданской авиации (приложение 1 и 6); руководство по обучению в области человеческого фактора (Doc.9683-AN/950); правила аэронавигационного обслуживания (Doc. 9868 PANS-TRG).

Методология применения тренажерного оборудования при решении задач подготовки специалистов управления авиацией состоит, в большинстве вузов, из нескольких этапов: первый этап – приобретение теоретических знаний, в качестве технических средств применяются обучающие устройства; второй этап- практика по отработке частных задач на полнопилотажных, пилотажных, процедурных и индивидуальных тренажерах; третий этап-отработка полного набора функциональных задач в групповом режиме на индивидуальных или комплексных и комплексно-специализированных (деятельностных) тренажерах.

В зависимости от целей обучения высокотехнологичные авиационные тренажеры делятся на категории и типы пилотируемых кабин, работающих на платформе движения и создающих

полную имитацию полета. Наиболее эффективным высокотехнологичным тренажером полного полета, одобренным для обучения пилотов по классификации FAA или Type VII ИКАО признана кабина пилота с платформами движения "гексапод" на шесть степеней свободы. Технологическими возможностями данного тренажера является: движущаяся платформа для получения угловых перемещений до  $\pm 30$  градусов, и линейных смещений около 6,5 футов / 2 м; преобразование алгоритмов движения самолета в движение платформы, с учетом исключения больших перемещений, вызывая заметные ложные сигналы (Nahon and Rei); воспроизводство только временных сигналов, связанных с изменениями в движении; генерация некоторых специальных эффектов движения для имитации "движения помех" (например, удары хвоста, отказ двигателя, турбулентность), для получения ощущения ускорения во время взлета. Этот метод, известный как "координация наклона", использует перцептивную двусмысленность между наклоном тела и переводом, и показывает, что ограниченное пространство движения симулятора иногда можно превзойти, когда знание восприятия движения человека принимается во внимание.

Диапазон тренажеров для обучения пилотов варьируется от простых настольных систем до процедурных, двигательных тренажеров полного полета. Во многих странах мира были разработаны тренажеры полного полета, с помощью которых собраны массивы данных об управлении и реагировании различных типов самолетов, подробно исследована производительность пилотов и экипажей [14], сформированы видео- и аудиозаписи, иногда дополняемые прямым наблюдением в кабине тренажера и послеполетными интервью. Тренажерные исследования сочетают в себе преимущества высоко реалистичных полетных операций и экспериментального управления, с учетом манипулирования событиями и условиями при использовании контрольных групп, что практически невозможно при наблюдении за фактическим полетом. Современные высокотехнологичные тренажеры предоставляют возможность точно смоделировать летные характеристики практически любой категории самолета, их вспомогательные системы, двигатели, гидравлику, индикаторы и элементы управления, а также визуальные эффекты, модели аэропортов, воспроизведение любой погоды и местности в штатном и нештатном режимах. Многие авторы [13; 14; 15] пришли к выводу, что летные тренажеры представляют собой также идеальную платформу для отработки процедур взаимодействия и совершенствования подготовки летных экипажей к реагированию на опасные ситуации и таким образом обеспечивают их готовность к реальным летным чрезвычайным ситуациям. Признанием эффективности использования высокотехнологичных тренажеров в процессе обучения пилотов является то, что Федеральное авиационное управление (FAA) проводит обучение на тренажерах вместо реальной подготовки на воздушных судах, и многие авиационные страховые компании либо требуют обучения на тренажерах, либо предлагают сниженные страховые взносы для компаний, использующих обучение на тренажерах. FAA публикует консультативные циркуляры (ACs), которые используются для руководства авиационными учебными устройствами и тренажерами. Например, FAA-S8081-XX Airline Transport Pilot and Type Rating for Airplane and Helicopter Practical Test Standards включает таблицу (Task vs Simulation Device Credit), которая формирует критерии, конкретные условия и стандарты для прохождения определенного уровня обучения пилотов. Точно так же военные летчики способны обрабатывать сложные полеты и навыки пилотирования на тренажерах, которые могут быть неприемлемы в мирное время или являются слишком дорогостоящими, например, выпуск нового оружия. Все тренажеры и учебно-имитационные устройства полета (fstd полномочными органами) проектируются и изготавливаются в соответствии с действующими нормативными стандартами, критериями и требованиями воздушного законодательства, и в том числе с документом "требования к конструкции и эксплуатационным характеристикам тренажера для моделирования полета", который является отраслевым стандартом для требований к данным FSTD.

### **Тренажерное оборудование для специалистов транспорта**

Для подготовки будущих специалистов железнодорожной отрасли используется широкий спектр тренажеров разного типа для отработки определенных задач, наибольшее количество

железнодорожного тренажерного оборудования частично или полностью воспроизводят кабину машиниста, имитируют движение и применяются сложные программно-адаптированные системы, в состав которых входят элементы симуляции и моделирования изучаемых процессов, физические или программные модели, чуть более десяти процентов всего объема применяемых тренажеров моделируют работу отдельных узлов и деталей. Методики применения ТО при решении задач подготовки будущих специалистов железнодорожного транспорта во многом сходны с авиационной и водной подготовкой и состоят из нескольких этапов: первый этап – приобретение теоретических знаний, в качестве технических средств применяются также обучающие устройства; второй этап- практика по отработке определенных задач с помощью тренажеров [6; 7; 10].

В странах Европы *использование ТО для подготовки специалистов железнодорожного транспорта и метрополитена* осуществляется в рамках проекта 2TRAIN, созданного для развития общей технологии и содержания обучения в железнодорожном сообщении [2; 3; 4; 20]. В основном, в 18 крупнейших европейских компаниях, эксплуатирующих поезда, для обучения используются тренажеры модулей CBТ/WBT, CD, MAV и IE для: отработки нарушений в работе железнодорожного транспорта (например, неисправности технического оборудования); подготовки к работе с системами управления поездом и его вождению. Тренажеры делятся на пять типов: *программный интерфейс; система для отработки определенных производственных навыков; частичная кабина машиниста; полная реплика кабины машиниста без системы движения; полная копия кабины машиниста с системой движения*. Технологические особенности систем: полная копия кабины машиниста без системы движения; система для отработки определенных производственных навыков и программные интерфейсы оборудования кабины машиниста; каждый симулятор имеет разный размер экрана, часть тренажеров работают с общим 19-дюймовым экраном, другие имеют большой проекционный экран (10 x 4 м); тренажеры с проекционными системами. Около 80% симуляторов имеют частоту визуализации 60 кадров в секунду, еще 20% работают с частотой визуализации 60 кадров в секунду.

*Тренажеры для отработки определенных производственных навыков* обычно не представляют собой определенное транспортное средство, состоят из общей панели с несколькими ручками, рычагами или кнопками, которые расположены близко к оригинальному устройству.

*Тренажер-симулятор частичной кабины машиниста* способен имитировать общую логику транспортного средства, оснащен сенсорным компьютером, который имитирует в том числе оборудование, расположенное в задней части оригинальной кабины машиниста, в моторном отсеке или снаружи вдоль поезда, не имеет закрытой кабины. В основном визуальное представление сценария осуществляется с помощью проекции.

*Симуляторы полная копия кабины машиниста без /с системой движения* представляют собой копию кабины в соответствии с реальным транспортным средством, способны имитировать общую логику транспортного средства, включая поведение водителя, и в основном также оснащены компьютером с сенсорным экраном, который имитирует оборудование, расположенное в моторном отсеке или снаружи вдоль поезда. Если реплика кабины установлена на системе движения, машинист получает точное представление о поведении поезда.

*Тренажеры полная реплика кабины машиниста без системы движения и полная копия кабины машиниста с системой движения* воспроизводят различные звуки, например, зуммеры, звуковые сигналы или звуковые сообщения, электромагнитные тормоза, звуки внутреннего окружения поезда (например, двери, связь, пневматическую систему или вентиляцию), внешние звуки железной дороги (например, колокола или объявления о станции) или внешние окружающие звуки (например, дождь, ветер).

*Тренажеры полная копия кабины машиниста с системой движения* представляют собой полноценные системы движения кабины с пятью или шестью степенями свободы (DOF). На экране тренажеров имитируется реальное движение и транспортные средства, в зеркалах зад-

него вида воспроизводится соответствующее динамическое изображение вагонов поезда, создаются различные штатные и нештатные ситуации, встречающиеся неисправности и их видимые проявления, изменяются условия окружающей среды [10].

В рамках начального обучения используют тренажеры с *программным интерфейсом, системой для отработки определенных производственных навыков и частичную кабину транспортного средства* и в среднем продолжительность обучения одного человека составляет, примерно, 30 часов. В рамках повышения квалификации используют следующие типы тренажеры: *полная реплика кабины машиниста без системы движения; полная копия кабины машиниста с системой движения*, примерно 60 часов.

На тренажерах осуществляется обучение следующим навыкам: (1) подготовка к работе в чрезвычайных ситуациях, (2) подготовка к вождению в нормальных условиях, (3) подготовка к поездке по определенному маршруту, (4) подготовка к поездке с учетом человеческого фактора, (5) энергосберегающее вождение, (6) нештатные нарушения в работе поездов и (7) проверка компетентности машиниста поезда. Для обучения на тренажерах большинство компаний используют централизованные учебные центры *sim-ulat*, разработка учебных модулей в основном осуществляется внутренними инструкторами.

### **Применение тренажеров с иммерсивной технологией**

Использование тренажеров с технологиями VR, AR, MR стало важным элементом образовательного процесса во многих технических вузах мира, исследователи [1,2,4,8,17,22] считают, что данные тренажеры позволяют обучающимся приблизить условия подготовки к реальности, при выполнении психологических, дидактических требований к процессу формирования навыков и умений, что позволяет:

- сократить время на обучение и проводить подготовку без применения материальных учебных объектов;

- быстро усваивать знания путем обучения практической деятельности с использованием технологий VR, AR, MR, в том числе очков виртуальной реальности с возможностью обнаружения движения;

- легко управлять и минимизировать операции при подготовке к работе, что делает обучение интуитивно проще и понятней;

- обучаться с низкими рисками, при обеспечении надежности и безопасности технического устройства.

### **Морское ТО**

Обучение на высокотехнологичных стационарных тренажерах достаточно затратно и в них наблюдается определенный дефицит, поэтому существует множество преимуществ применения в обучении технологии VR, AR, MR [19,21]. При применении этой технологии стоимость обучения становится дешевле в зависимости от групп обучения, частоты обучения и места обучения. Примером масштаба величины обучающихся и/или повышающих квалификацию может служить численность моряков, работающих на международных торговых судах, по данным Международной палаты судоходства [19] она оценивается примерно в 1,7 млн. человек, из которых около 800 тыс. являются офицерами и 900 тыс. рядовыми.

Среди работ, посвященных обучению и практической подготовке курсантов в морских школах следует выделить работы Асгара Али, Д. Бураса, Я. Сенди, О. Линдмарк, Ш. Селльберг, которые классифицируют тренажеры на реальные, виртуальные и конструктивные, определяя, что конструктивные содержат виртуальную реальность и являются высшим уровнем сложности тренажеров для формирования профессиональных компетенций. Существует множество классификаций виртуальных морских тренажеров, для которых используют различные критерии, такие как степень реалистичности, аппаратное обеспечение, масштаб создаваемого виртуального пространства. Например, морские тренажеры SAYFR, CSMART, MarSEVR, позволяют использовать реалистичную судовую среду и технологические решения, для обеспечения морской подготовки и обучения будущего экипажа различным сценариям на борту и на

берегу, в том числе планированию и выполнению навигационных обязательств, уклонению от столкновений, отслеживанию состояния оборудования и настроек, а также осуществлению экстренных мер и защите от ошибок в штатных и нештатных ситуациях. Тренажер MarSEVR может быть использован для обучения как стажеров, так и профессионалов, учебная среда полностью конфигурируема со спектром настраиваемых функций и уровней сложности, предложена педагогическая поддержка и мгновенная обратная связь о предпринимаемых действиях с анализом ошибок. Технологические возможности тренажера следующие: очки с разрешением схожим с человеческим глазом, которые представляют возможность сосредоточиться на решениях, где подробная текстовая или другая визуальная информация является важной частью аспектов обучения в морском образовании.

Примером повышения спроса на имитационное обучение могут служить данные из морской академии Абоа Маре [19], которая проводит сегодня около 900 имитационных учебных дней обучения на различных видах тренажеров, стремясь в ближайшие десять лет (к 2030 году) достичь 225 000.

### **Авиационное ТО**

Экономическая составляющая подготовки пилотов также играет немаловажную роль в применении летных тренажеров. В зависимости от их характеристик, класса сертификации и авиационных властей различных стран, высокотехнологичные тренажеры для авиации могут быть чрезвычайно дорогостоящими. Летные тренажеры (FTDs), также известные как стационарные базовые тренажеры, могут стоить от нескольких сотен тысяч долларов до нескольких миллионов; полные летные тренажеры (FFSs), или тренажеры на основе движения, стоят от нескольких миллионов долларов до десятков миллионов. British Airways потратила 10 миллионов фунтов стерлингов (14 миллионов долларов США) на его новейшем тренажере для обучения пилотов, которые будут летать на его самолете Airbus A380 superjumbo, но если учесть стоимость полета авиалайнера (топливо, техническое обслуживание, экипаж) (от 6 000 долларов США в час для однофюзеляжных авиалайнеров до более 8 000 долларов США для широкофюзеляжных реактивных самолетов), то летные тренажеры являются достаточно экономичным способом обучения экипажей на многих этапах в долгосрочной перспективе, если сравнивать с проведением реальных воздушных операций, по крайней мере, в 10 раз превосходит стоимость тренировок на тренажерах [14]. Однако, в некоторых случаях высокотехнологичные тренажеры, являясь сложными техническими системами, имеют стоимость, значительно превышающую затраты на реальную систему и в связи с этим возникает проблема обеспечения необходимого высокого уровня реализма технических устройств тренажера и оптимального соотношения уровня затрат на обучение. Основанные на технологии VR [15]: летный тренажер, использующий HMD, который является гибким, мобильным, занимает меньше места, чем обычный аппаратный тренажер (Mogoney & Mogoney) и симулятор полета виртуальной реальности (VRFS), который был разработан и используется в компании Airbus Group Innovations. Современными и недорогими VR-симуляторами полета является и быстро реконфигурируемая исследовательская кабина Джойса и Робинсона, симулятор полета в виртуальной реальности VRFS, которая состоит из оптической системы слежения за головкой и рукой, HMD и моделирования полета системы слежения. Устройство, которое используется для данного исследования имеет диагональ FOV 60 и разрешение 1280 1,024 пикселя для каждого глаза. На основе входного сигнала отслеживания создается трехмерная сцена визуализации с помощью моделирования полета, которая включает в себя виртуальный кокпит, внешний визуальный образ и изображение человеческой руки. Кроме того, в систему интегрированы некоторые важные аппаратные элементы, такие как ручка управления полетом или панели управления полетом. Размещенные точно в том же положении, что и в виртуальной кабине, эти аппаратные элементы создают так называемый смешанный макет и обеспечивают легкое взаимодействие в виртуальной среде. Аппаратное обеспечение VRFS может варьироваться, поскольку система является универсальной и независимой от конкретных устройств ввода и вывода. Модули VRFS работают на высокопроизводительных рабочих станциях с многоядерными процессо-

рами и графическими процессорами. Многие исследователи [13,14,15] считают прогресс, достигнутый авиационным обучением на тренажерах, моделью для использования в других областях промышленности.

### **ТО для железнодорожного транспорта**

В учебном процессе, для решения задач железнодорожной отрасли по обслуживанию вагонов и инфраструктуры, используются тренажеры на основе технологий VR, AR, MR [5,7,8,9;12].

Для решения задачи проверки и испытания пневматических тормозов грузовых вагонов по стандарту CFR 232 используется тренажер VR Training-Air Brake test for Railroad [9], позволяя обучающемуся осматривать грузовые вагоны манипулируя компонентами для настройки тормозной системы и устранения дефектов.

Для подготовки будущего персонала осмотру и техническому обслуживанию грузовых вагонов применяется тренажер VR Truck Inspection Teaching System (HTC VIVE) [8].

Для подготовки будущих специалистов транспорта используется тренажер Railroad operations in VR [7], который позволяет пройти обучение в смоделированном депо для обслуживания поездов.

Обучение с использованием технологии VR рассматривается для подготовки ряда технических специалистов, таких как инспекторы грузовых вагонов, машинисты поездов, промышленные инженеры-электрики и диспетчеры. В тренажере EVE-Interactive 3-D & VR learning applications [12] представлена среда виртуальной реальности EVE (Engaging Virtual Education) с применением различных шлемов VR, которые используются, в том числе, для обучения диспетчеров и позволяют изучить процессы будущей работы в штатных и нештатных ситуациях.

Для подготовки операторов поездов стандартным процедурам, которые ранее требовали крепкой физической подготовки, используется тренажер Digitalizing training for train operator [5].

Примерами использования тренажеров с технологией VR в железнодорожной отрасли, в частности для обучения будущих работников путевого хозяйства, на основе HTC VIVE моделирования являюся подготовка к деятельности по ремонту железнодорожных путей, и в том числе замене стрелочного перевода.

### ***Проблемы использования тренажерного оборудования***

При использовании тренажерного оборудования в подготовке многие транспортные учебные заведения и Компании сталкиваются с проблемами педагогического, технического, медико-психологического характера. Так проблемами **педагогического характера** являются:

- недостатки в учебных программах, методах и техниках обучения (недостаточно проработанные сценарии обучения, приводящие к неточностям в оценке действий обучающихся);
- отсутствие единого мнения специалистов по перечню компетенций, которые должны быть отработаны с помощью различных типов тренажеров и соответствовать определенным целям обучения;
- недостатки в методике подготовки обучающихся инструкторов;
- недоработки в методике обучения студентов неодинаковой степени первоначальной подготовки.

Проблемами **технического характера** являются:

- сложность поддержания тренажера в актуальном состоянии, в соответствии с современным применяемым на практике оборудованием;
- проблемы и ошибки программного обеспечения;
- недостаточное количество смоделированных учебных сценариев;
- рациональное сочетание при подготовке тренажеров с высокой и низкой точностью имитации рабочего места;

- проблемы с системой движения и неудовлетворительным моделированием погодных условий.

- узкая специализация тренажера, лишь на определенную предметную дисциплину, тогда как объем междисциплинарных исследований растет.

Проблемами **медико-психологического характера** являются:

- обострение заболеваний у студентов длительно обучающихся на тренажере, связанных с киберболезнью (конфликтом зрительной и сенсорных систем), костно-мышечной системой, зрением и вызывающих головные боли, тошноту, потерю ориентации в пространстве, головокружение, утомление, обострение сопутствующих заболеваний;

- высокая нервно-психическая напряженность, вызванная одновременным пребыванием студента в течение длительного времени в неудобной позиции.

- психологический дискомфорт обучающегося, вызванного информационным взаимодействием с виртуальными объектами;

- последствия «информационной и визуальной перенасыщенности» [16, с.145] обучающегося при восприятии реальной и виртуальной действительности.

**Выводы.** Проведенный анализ международного опыта применения тренажерного оборудования в организации обучения будущих специалистов транспорта позволяет сформулировать следующие: подготовка должна реализовываться с учетом внедрения в учебную деятельность последних научно-технических достижений в части как методического, так и технологического обеспечения учебного процесса, и в том числе, использования возможностей тренажеров с высокой и низкой точностью имитации рабочего места; подготовка будущих специалистов в условиях ускоряющегося темпа обновления техники, должна развивать стремление к самостоятельному овладению новыми техническими средствами при минимальном времени на обучение; скорость и глубина усвоения изучаемого материала, в основном, должна определяться активностью и самостоятельностью обучаемых; минимизировать продолжительность обучения возможно за счет непосредственной связи между теоретической и практической подготовкой, когда должны быть сформированы не только теоретические знания об изучаемом объекте или процессе, но и представления о навыках и умениях для практической деятельности; повышением продуктивности подготовки является ориентация на применение комплекса взаимоувязанных тренажеров, позволяющих охватить наибольшее количество категории обучающихся, применяя тренажеры в соответствии с их целевым соотношением к учебному процессу. Для подготовки квалифицированных специалистов транспортной отрасли необходимо адекватно учебным задачам подбирать комплектацию обучающего тренажера не случайным образом, а в соответствии с видами профессиональной деятельности и квалификационными характеристиками, формируя методику обучения. Для оптимизации затрат на подготовку необходимо сочетать в учебных программах использование тренажеров высокой и низкой точности имитации рабочего места. Обучение в условиях высокой точности тренажеров, которая является дорогостоящей, разработанной с учетом определенных сценариев способствует развитию процедурных навыков и тренажеров с низкой точностью, которые дают возможность многократно отрабатывать навыки в штатных и нештатных ситуациях.

### Библиография

1. Augmented /Virtual Reality to hit \$150 billion disrupting mobile by 2020 // Digi-Capital [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.digi-capital.com/news/2015/04/augmentedvirtual-reality-to-hit-150-billion-disrupting-mobile-by-2020/#.WSnmfs-LTIU> (дата обращения: 21.12.2020).

2. Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69. doi:10.1126/science.1167311

3. Hindawi, Meng, Lingyun, Cui, Yong, Martin, Ullrich, Liang, Jiajian. Simulation Tool for Railway Planning and Operations. *Journal of Advanced Transportation*, 2018. [Electronic resource].

Available at: <https://www.railwaygazette.com/news/training-signallers-through-simulation/31008.article> (accessed 10.12.2020).

4. Hew, K. F., & Cheung, W. S. (2010). Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research. *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 33-55. doi:10.1111/j.1467-8535.2008.00900

5. Mit dem Akkuschauber am ICE 4:Deutsche Bann lernt in VR [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Mit-dem-Akkuschauber-am-ICE4-Deutsche-Bann-lernt-in-VR-3664274/html> (дата обращения :10.06.2021).

6. Projects-SJ Virtual Training Simulator-Digitalizing training for train operator SJ [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.vobling.com/projects/sj-2> (дата обращения: 10.06.2021).

7. Railroad operations in VR – Walk-through [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://inlu.net/vr-products/railroad-operations/> (дата обращения: 10.06.2021).

8. VR Truck Inspection Teaching System [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://www.viveport.com/apps/40ab84dc-1a3a-48c6-af29-a86892b63d1c/VR\\_Truck\\_InspectionTeaching\\_System](https://www.viveport.com/apps/40ab84dc-1a3a-48c6-af29-a86892b63d1c/VR_Truck_InspectionTeaching_System) (дата обращения: 10.06.2021).

9. VR Simulators of NPC «NOVATRANS»: [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://necat.ru/catalog/vr-ar/> (дата обращения:11.06.2021).

10. Tischer E., Nachtigall P., Široký J. (2020) The use of simulation modelling for determining the capacity of railway lines in the Czech conditions // *Open Engineering*, 2020, vol. 10, issue 1, pp 224–231 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.degruyter.com/view/journals/eng/10/1/article-p224.xml?language=en> (дата обращения: 10.12.2020).

11. Laukkanen S.,Lehto P.,Lauronen J.,Luimula M., Markopoulos E.(2019) Maritime Safety Education with VR Technology (MarSEVR). *Future internet*. [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/336892334\\_future\\_internet\\_Evangelos\\_Markopoulos\\_Jenny\\_Lauronen\\_Mika\\_Luimula\\_Pihla\\_Lehto\\_and\\_Sami](https://www.researchgate.net/publication/336892334_future_internet_Evangelos_Markopoulos_Jenny_Lauronen_Mika_Luimula_Pihla_Lehto_and_Sami) (дата обращения: 10.12.2020).

12. Papa S., Lanzotti A., Di Gironimo G., Balsamo A. (2018) A new interactive railway virtual simulator for testing preventive safety // *Computers in Railways*, XVI, pp. 367–378 [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/328643873\\_A\\_NEW\\_INTERACTIVE\\_RAILWAY\\_VIRTUAL\\_SIMULATOR\\_FOR\\_TESTING\\_PREVENTIVE\\_SAFETY](https://www.researchgate.net/publication/328643873_A_NEW_INTERACTIVE_RAILWAY_VIRTUAL_SIMULATOR_FOR_TESTING_PREVENTIVE_SAFETY) (дата обращения: 10.12.2020).

13. Oberhauser M., Dreyer D., Braunstingl R., Koglbauer I. (2018). What's real about virtual reality flight simulation? Comparing the fidelity of a virtual reality with a conventional flight simulation environment [Electronic resource]. *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, vol. 8 (1), pp. 22–34 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://doi.org/10.1027/2192-0923/a000134> (дата обращения: 10.12.2020).

14. Trinin H. (2019) Immersive technologies for virtual reality – Case study: flight simulator for pilot training [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://hdl.handle.net/2268.2/6443> (дата обращения: 10.12.2020).

15. Aslandere T., Dreyer D., Pankratz F., Schubotz R. (2014) Generic Virtual Reality Flight Simulator [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/312170014\\_A\\_Generic\\_Virtual\\_Reality\\_Flight\\_Simulator](https://www.researchgate.net/publication/312170014_A_Generic_Virtual_Reality_Flight_Simulator) (дата обращения:10.12.2020).

16. Роберт И.В. Перспективы использования иммерсивных образовательных технологий // *Педагогическая информатика*. – 2020. – № 3. – С. 141–159.

17. Yavrucukl Ikay, Kubali Eser, Tarimci Onur (2016) A Low Cost Flight Simulator Using Virtual Reality Tools IEEE Aerospace and Electronic Systems, 2016, vol. 26, pp. 10–14 [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/252060342\\_A\\_Low\\_Cost\\_Flight\\_Simulator\\_Using\\_Virtual\\_Reality\\_Tools](https://www.researchgate.net/publication/252060342_A_Low_Cost_Flight_Simulator_Using_Virtual_Reality_Tools) (дата обращения: 10.12.2020).
18. Newell A., Rosenbloom P. S. (1980) Mechanisms of skill acquisition and the law of practice. Department of Computer Science, Carnegie-Mellon University Pittsburgh, Pennsylvania 15213, to be published in Anderson, J. R. (Ed), Cognitive Skills and their Acquisition, HJQlsdale, NJ: Eribaum, in press [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.910.5264&rep=rep1&type=pdf> (дата обращения: 10.12.2020).
19. Sharma M. K. (2020) Augmented Reality Navigation. International Journal of Engineering Research and technology, vol. 9 (06), pp 670–675 [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/342383348\\_Augmented\\_Reality\\_Navigation](https://www.researchgate.net/publication/342383348_Augmented_Reality_Navigation) (дата обращения: 10.12.2020).
20. Christie R. (2001) The Effectiveness of Driver Training as a Road Safety Measure: A review of the literature. Prepared for RACV, 2001 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.racv.com.au/content/dam/racv/images/public-policy/reports/2016%20-%20The%20effectiveness%20of%20driver%20training.pdf> (дата обращения: 10.12.2020).
21. Lukas U., Vahl M., Mesing B. Maritime Applications of Augmented Reality – Experiences and Challenges. In: Shumaker R., Lackey S. (eds) Virtual, Augmented and Mixed Reality. Applications of Virtual and Augmented Reality. VAMR 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol 8526, Springer, Cham [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07464-1\\_43](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07464-1_43) (дата обращения: 10.12.2020).
22. Markopoulos E., Luimula M. (2020) Immersive safe oceans technology: developing virtual onboard training episodes for maritime safety. Future Internet, 2020, vol. 12, p. 80. DOI: 10.3390/fi12050080 [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/340984119\\_Immersive\\_Safe\\_Oceans\\_Technology\\_Developing\\_Virtual\\_Onboard\\_Training\\_Episodes\\_for\\_Maritime\\_Safety](https://www.researchgate.net/publication/340984119_Immersive_Safe_Oceans_Technology_Developing_Virtual_Onboard_Training_Episodes_for_Maritime_Safety) (дата обращения: 10.12.2020).
23. Vasiljević A., Borović B., Vukić Z. (2017) Augmented Reality in Marine Applications. Brodogradnja, 2017, no. 2, pp. 136–142 [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://www.researchgate.net/publication/286882399\\_Augmented\\_Reality\\_in\\_Marine\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/286882399_Augmented_Reality_in_Marine_Applications) (дата обращения: 10.12.2020).
24. Digital ships project supporting business finland to drive faster export success by improving insight on trends. Frost & Sullivan, Team Finland Market Opportunities [Электронный ресурс] // Режим доступа: [https://www.businessfinland.fi/49e303/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/digitalization/smart-mobility/future-watch\\_digital-ships-report.pdf](https://www.businessfinland.fi/49e303/globalassets/finnish-customers/02-build-your-network/digitalization/smart-mobility/future-watch_digital-ships-report.pdf) (дата обращения: 10.12.2020).

**Карелина Мария Владимировна.** Кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление транспортным бизнесом и интеллектуальные системы». E-mail: [mv\\_karelina@mail.ru](mailto:mv_karelina@mail.ru).

**INTERNATIONAL EXPERIENCE IN APPLICATION OF TRAINING EQUIPMENT  
IN ORGANIZATION OF TRAINING OF FUTURE SPECIALISTS  
OF THE TRANSPORT INDUSTRY**

**Karelina M.V.**

Russian University of Transport (MIIT)

**Abstract.** The article considers the experience of using simulator equipment for training future specialists in aviation, maritime and railway transport. The use of training equipment is an important element of the educational process in many universities of the world and transport companies, positive experience and problems of its application are presented. The presented analysis makes it possible to form conclusions about the use of training equipment in the organization of training of future specialists in the transport industry, the main provisions for their training today are formulated.

**Key words:** training equipment, educational process, experience of use, formation of skills, training of personnel.

**Karelina Maria Vladimirovna.** PhD in Technical Sciences, associate professor of the Department of Transport Business Management and Intelligent Systems. E-mail: mv\_karelina@mail.ru.