

УДК 681.51

Анализ проблем моделирования автоматизированной обучающей системы тренажерной подготовки

Алексеев С. А., Гончар А. А., Парфенов Н. П.,
Сташно Р. Е., Яковлева Н. А.

Постановка задачи: одной из основных тенденций развития систем тренажерной подготовки специального назначения является унификация рабочих мест их операторов. Данная тенденция определяет постепенное сближение и объединение различных тренажерно-обучающих систем и автоматизированных обучающих систем. **Целью работы** является анализ проблем моделирования структуры тренажерных средств учебного назначения при подготовке специалистов по управлению специальными комплексами и системами. **Используемые методы:** для анализа и моделирования содержания и структуры тренажерных средств учебного назначения использованы методы системного анализа с построением обобщенной функциональной модели учебного тренажера отображающей взаимосвязи и компоненты тренажерной подготовки. **Новизна:** представлено перспективное направление развития тренажерных средств, являющееся объединением тренажера и автоматизированной обучающейся системы в единую тренажерно-обучающуюся систему, имеющую определенную логическую, программную и физическую структуру. **Результаты:** предложена концепция локальной автоматизированной системы обучения позволяющая создавать реально функционирующую систему взаимосвязанной автоматизированной тренажерно-обучающейся системы любой степени иерархической сложности, с возможностью моделировать структуру пунктов управления любого объекта, а в условиях высшего учебного заведения – интегрированную автоматизированную обучающую систему высшего учебного заведения. **Практическая значимость:** представленное решение подхода к проектированию автоматизированной обучающей системы тренажерной подготовки основано на современных требованиях нормативной документации, что позволяет моделировать, разрабатывать и вводить в эксплуатацию автоматизированные тренажерно-обучающиеся системы постепенно во времени за счет использования модульного подхода при построении.

Ключевые слова: тренажеры, тренажерно-обучающая система, автоматизированная обучающая систем, автоматизированное рабочее место, тренажерная подготовка, человеко-машинная система.

Введение

Термины тренажерно-обучающая система (ТОС) и автоматизированная обучающая система (АОС) необходимо рассматривать в качестве паллиатива, обеспечивающего возможность идентификации целевого предназначения рас-

Библиографическая ссылка на статью:

Алексеев С. А., Гончар А. А., Парфенов Н. П., Сташно Р. Е., Яковлева Н. А. Анализ проблем моделирования автоматизированной обучающей системы тренажерной подготовки // Системы управления, связи и безопасности. 2018. № 4. С. 284–295. URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2018-04/15-Alekseev.pdf>.

Reference for citation:

Alekseev S. A., Gonchar A. A., Parfenov N. P., Sakhno R. E., Yakovleva N. A. Analysis problems of simulation of an automated studying system for staff training. *Systems of Control, Communication and Security*, 2018, no. 4, pp. 284–295. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2018-04/15-Alekseev.pdf> (in Russian).

сма­три­вае­мых систем. Так­же, в качестве пал­лиатива вво­дят­ся сле­ду­ю­щие термины [1-6]:

- 1) моделирующие возможности ТОС – возможности ТОС в представлении содержания обучения (моделирование изучаемых объектов, среды и средств деятельности и т.п.);
- 2) дидактические возможности ТОС – возможности ТОС в реализации функций управления обучением (выбор обучающего воздействия, диагностика и оценивание деятельности обучающегося).

Кроме того, необходимо отметить, что одной из основных тенденций развития систем специальной техники (ССТ) является унификация рабочих мест их операторов, в основе которой лежит стремление использовать в качестве органов управления – автоматизированные рабочие места (АРМ): обычную клавиатуру и манипуляторы ПЭВМ. Анализ проблем моделирования структуры тренажерных средств (ТС) учебного назначения при подготовке специалистов по управлению специальными комплексами и системами позволил выделить тенденцию постепенного сближения и объединения обоих рассматриваемых классов ТОС: тренажеры и АОС, как направление исследования.

Учебные специализированные тренажеры (УСТ), используемые для индивидуального практического обучения специалистов, в общем виде можно представить в определенную обобщенную структуру (рис. 1).

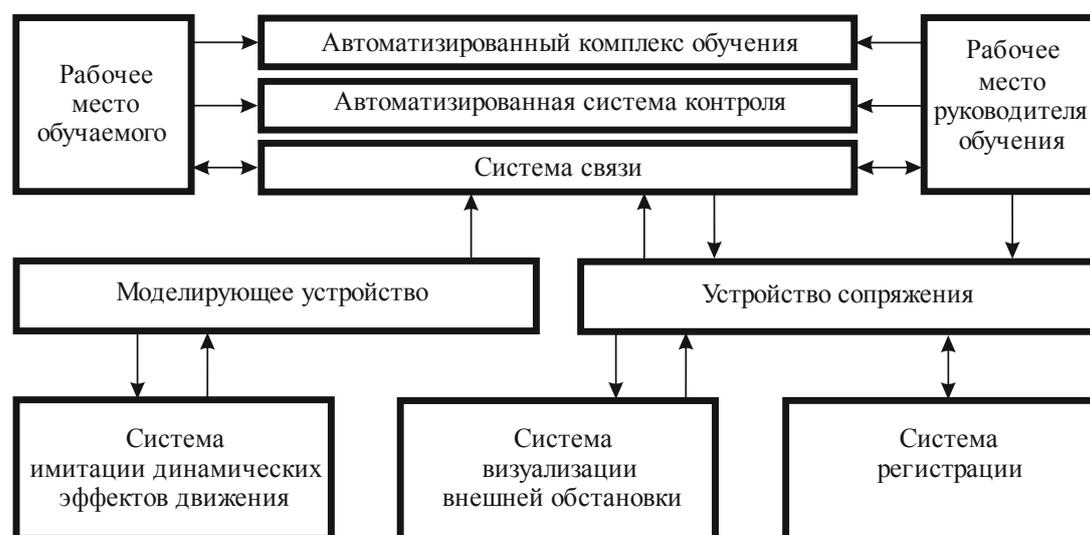


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема учебного специализированного тренажера

Такая структура включает в себя основные (традиционные) компоненты:

- 1) рабочее место обучающегося (РМО);
- 2) рабочее место руководителя обучения (РМРО);
- 3) моделирующее устройство (МУ), обеспечивающее моделирование имитируемых на тренажерах процессов и управление его компонентами;
- 4) устройство сопряжения основных компонентов УСТ;
- 5) систему связи между участниками тренажа;

- б) систему регистрации хода выполнения упражнения и/или отдельных фрагментов процесса функционирования объекта управления;
- 7) систему визуализации внешней обстановки;
- 8) систему имитации динамических эффектов движения объекта управления.

Рекомендуется кроме указанных восьми компонентов включать в состав УСТ телевизионную систему наблюдения (контроля) для визуализации наблюдения за действиями обучающегося и показаний средств отображения информации и пульта управления на РМО и автоматизированном комплексе обучения.

Методы и материалы

Анализ взаимодействия элементов обобщенной функциональной схемы учебного специализированного тренажера позволяет выявить ряд существенных недостатков, основными из которых являются:

- 1) субъективный характер учета начального уровня профессиональной подготовки (осуществляемого, как правило, инструктором); недостаточная адаптационная способность к профессиональной ориентации руководителей различных уровней;
- 2) слабый учет индивидуальных особенностей обучающегося с точки зрения его личных способностей к обучению;
- 3) отсутствие в существующих тренажерных комплексах интеллектуальных систем поддержки принятия решений, целью которых является помощь обучаемым принимать управленческое решение в условиях объективного анализа предметной деятельности.

Используемые современные учебные специализированные тренажеры (УСТ) имеют ряд недостатков:

- 1) многие функциональные и учебно-методические возможности УСТ используются не в полном объеме;
- 2) трудности внедрения тренажера в образовательный процесс конкретной учебной структуры подготовки специалистов по управлению специальным объектом;
- 3) тренажер не рассматривается как эргатическая автоматизированная система, в процессе эксплуатации которой взаимодействуют два принципиально различающихся по целям деятельности и задачам использования УСТ типа оператор-руководитель обучения и обучающийся;
- 4) тренажер не рассматривается как модель человеко-машинной системы с учетом используемых в ней источников информации и особенностей взаимодействия с внешней средой;
- 5) тренажер не рассматривается как устройство, предназначенное для управления конкретной тренировкой и для регистрации показателей, характеризующих эффективность деятельности обучающегося.

Причины указанных недостатков:

- 1) в заданиях на разработку УСТ они рассматриваются в основном лишь как модели соответствующих образцов (систем, комплексов) специальной техники;
- 2) для каждой учебной структуры существует вполне определенная ориентация на профессиональную подготовку, что и определяет организацию образовательного процесса с использованием УСТ;
- 3) недостаточная подготовка и компетенция как «Заказчиков» УСТ, так и «Разработчиков» в нормах и требованиях таких наук как эргономика и инженерная психология;
- 4) не уточнены положения о том, что для обучающегося в УСТ – предмет труда (объект изучения), позволяющий изучать процессы функционирования объекта управления, правила и условия его эксплуатации с позиций того места, которое обучающийся занимает в эксплуатирующем этот объект коллективе операторов;
- 5) не учитывается тот факт, что обучающийся одновременно является субъектом труда по отношению к УСТ и его объектом с точки зрения системы тренажерной подготовки.

На рис. 2 представлена схема процесса тренажерной подготовки (ТП) специалиста по управлению специальным объектом.



Рис. 2. Схема процесса тренажерной подготовки специалиста по управлению специальным объектом

В процессе ТП участвуют две системы:

- 1) управляющая, включающая РМРО со средствами управления процессом тренажа и соответствующими средствами отображения, записи и воспроизведения;
- 2) управляемая, включающая РМО с соответствующим оборудованием.

Системы, предназначенные для обеспечения профессиональной подготовки специалистов по управлению специальным объектом, вышли за рамки понятия «тренажер». Для их обозначения предлагается использовать термин «тренажерно-обучающие системы».

Тренажерно-обучающая система – это техническое средство обучения, объединяющее собственно тренажер и автоматизированную обучающую систему, которое способно обеспечить все этапы обучения специалистов (усвоение знаний, формирование умений и навыков) в отношении определенной задачи его профессиональной подготовки.

Компьютерная система обучения и профессионального тренажа – это специализированное техническое средство обучения (ТСО), которое реализовано на базе универсального аппаратно-программного обеспечения локальных вычислительных сетей (ЛВС) ПЭВМ и предназначено для обеспечения теоретического и предтренажерных этапов профессиональной подготовки специалистов (рис. 3).

Основу разрешения противоречий развития ТСО специалистов по управлению специальными объектами может составить концепция локальной автоматизированной системы обучения (ЛАСО), определяющая архитектуру всех АОС [1, 4].

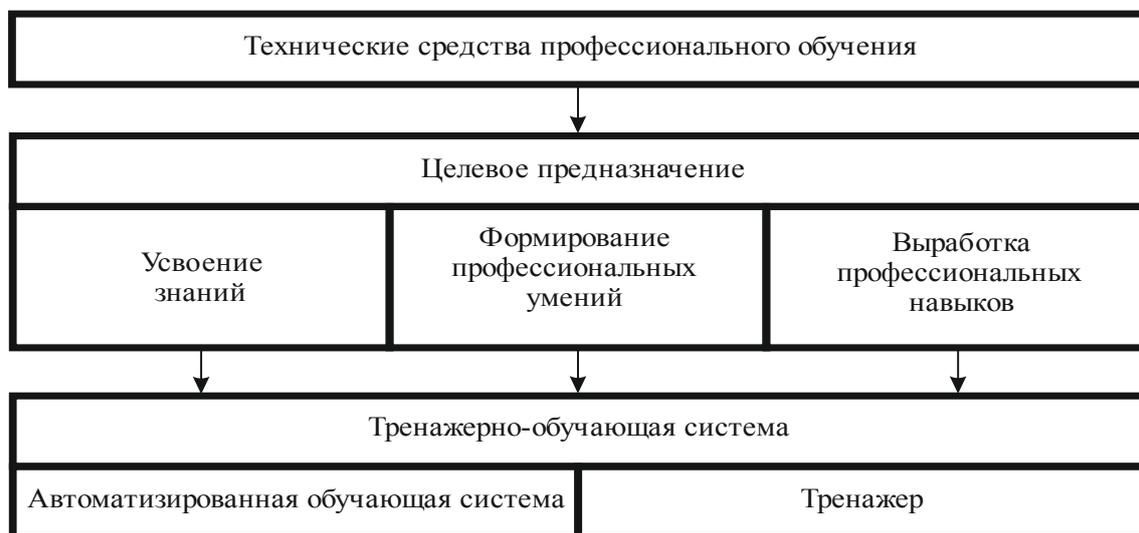


Рис. 3. Предназначение профессионального ТСО специалистов по управлению специальным объектом.

Основу ЛАСО составляют ЛВС на базе ПЭВМ. ЛВС являются самыми гибкими и мощными из современных аппаратно-программных средств (АПС) и обеспечивают наилучшие перспективы совершенствования процесса подготовки специалистов. Педагогические возможности ЛАСО определяются ее логиче-

ской, функциональной и физической структурами, которые отображают ее системотехническое, функциональное и информационное описание.

Основу структуры ЛАСО специалиста по управлению специальным объектом составляет АРМ различного назначения. Каждый АРМ ориентирован на определенную категорию пользователей (обучаемых) ЛАСО (руководитель обучения, обучающийся, врач-психолог и т.д.).

Состав логической структуры ЛАСО включает следующие модули:

- 1) вычислительный модуль, обеспечивающий разработку и проведение автоматизированного учебного занятия (АУЗ);
- 2) информационный модуль, включающий в себя базы данных (БД), информационные модели рабочих мест специалиста (РМС), фонд алгоритмов и программ (ФАП);
- 3) абонентский модуль, включающий в себя инструментарий проведения АУЗ и модуль ввода/вывода;
- 4) интерфейсный модуль;
- 5) транспортный модуль с подмодулями ввода/вывода всех АРМ.

Под программной структурой ЛАСО понимается представление ее в виде иерархической структуры функционально связанных программ, которые обеспечивают взаимодействие и комплексное решение информационно-вычислительных задач для реализации программы обучения.

Сетевая базовая система ввода-вывода объединяет программы первых пяти уровней. Инструментарий разработки и проведения ТП объединяет шестой и седьмой уровни, где находятся специальный интерфейс межзадачного взаимодействия прикладных задач с базовой системой и БД, с ФАП на шестом и седьмом уровнях соответственно. ФАП обеспечивает функции ЛАСО по управлению ТП обучающихся в соответствии с реализованными в нем учебными программами и включает комплекс готовых АУЗ и соответствующие управляющие программы.

Под физической структурой ЛАСО (рис. 4) понимается ее представление в виде взаимосвязанных аппаратных средств ПЭВМ.

В состав типовой ЛАСО входят:

1. Пост руководителя обучением:
 - а) ПЭВМ управления процессом обучения с принтером и сканером;
 - б) ПЭВМ психолога, оснащенная аппаратурой контроля психофизиологического состояния обучающихся;
 - в) система отображения информации коллективного пользования, включающая экран, аппаратуру экрана, ПЭВМ;
 - г) система учета психофизиологических характеристик обучающихся, включающая датчики, блок преобразования информации, пакет программ их контрольного тестирования.
2. Унифицированные рабочие места обучающихся (РМО) на базе ПЭВМ, на каждом из которых может быть смоделировано любое необходимое РМС.

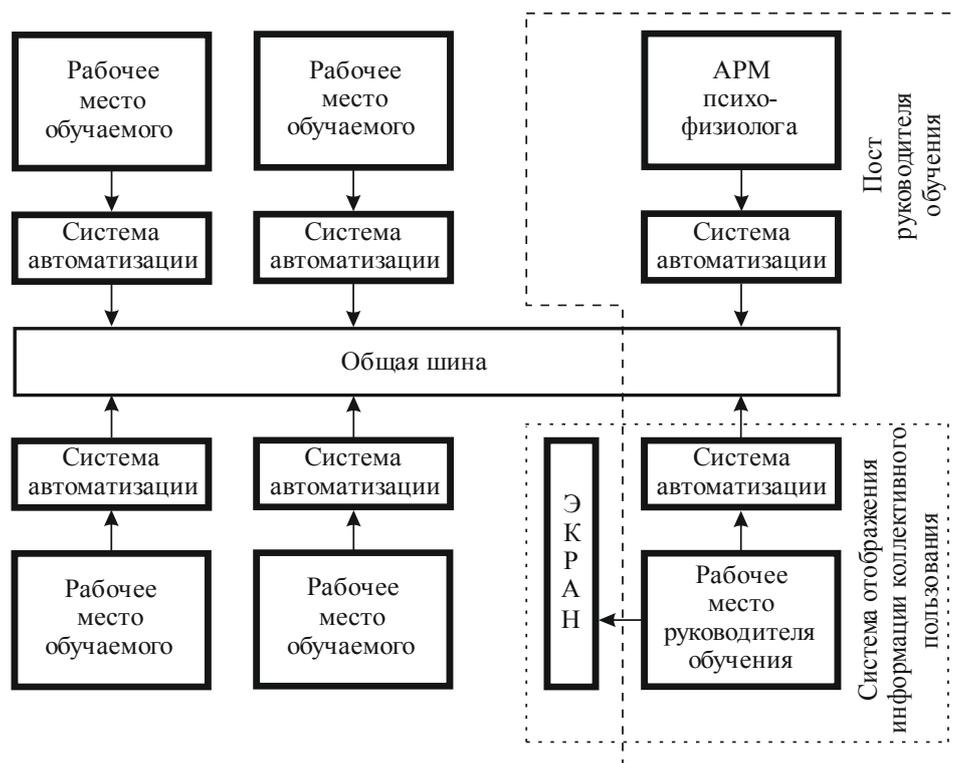


Рис. 4. Принципиальная физическая структура ЛАСО специалиста по управлению специальным объектом.

Сущность концепции ЛАСО специалиста по управлению специальным объектом состоит в том, что ЛВС представляет собой универсальную программную среду, в которой на любом из РМО может быть установлено любое из РМС, имеемых в ФАП. Каждое РМС представляет собой адаптивную информационную модель определенного пульта управления реальной системы.

Все РМС ориентированы на функционирование в единой программной среде, что с технических позиций обеспечивает их программную совместимость, а с позиции организации обучения – возможность имитации на мониторе РМО любых совокупностей РМС, т.е. возможность одновременного обучения специалистов различного профиля.

ЛАСО обеспечивает следующие режимы использования АОС:

- 1) индивидуальная подготовка всей группы обучающихся на одном и том же или различных РМО;
- 2) отработка совместной деятельности группы обучающихся на совокупности различных взаимосвязанных РМО.

Имеется возможность взаимного обмена информацией между различными территориально удаленными АОС. При отсутствии в составе АОС каких-либо РМО соответствующая информация может подаваться с поста руководителя обучения.

Концепция ЛАСО может позволить создать реально функционирующую систему взаимосвязанных АОС любой степени иерархической сложности, например, моделировать структуру пунктов управления любого объекта, а в условиях высшего учебного заведения (ВУЗ) – интегрированную АОС ВУЗ.

Обсуждение результатов

В настоящее время при синтезе УТС используют модульный подход [2-5], который не требует обязательной стандартизации аппаратного обеспечения. Основным в модульном подходе является стандартизация интерфейсов функциональных модулей (ФМ). Интерфейс позволяет объединять любое число ФМ в специализированный или комплексный тренажер. Стандартизированный интерфейс, программное и аппаратное обеспечение УТС, устройства управления и отображения информации входят в состав ФМ и модулей учебной информации.

Для объединения тренажерных ФМ в соответствующий УТС используются функциональные связи в виде устройств передачи данных (УПД), которыми обмениваются модули. Эти устройства стандартизированы.

Связи между ФМ сохраняются как унифицированные для всех типов УТС. Функциональные модули динамической информации (имитатор динамики движения, имитатор навигационной обстановки, имитатор акселерационных воздействий движения, имитатор системы управления) реализуются в одном вычислительном комплексе. При моделировании информации о динамике движения «Разработчик» УТС должен не только сформировать правильный по характеру сигнал (информационную модель), но и уложиться в допустимый диапазон запаздывания с обеспечением требуемого чередования сигналов (восприятие информации по зрительному – 200 мс, слуховому – 50 мс и тактильному – 130 мс каналам).

Установлено, что использование современных УТС как специализированных, так и комплексных имеет ряд ограничений и недостатков:

- недостаточная эффективность устного изложения инструктором сути упражнения, отрабатываемого на УТС;
- недостаточный уровень учета индивидуальных особенностей обучаемого, недостаточная эффективность контроля и оценивания действий обучающихся;
- ограниченные возможности самостоятельной работы;
- недостаточная реализация принципов дидактики – наглядности, доступности и прочности усвоения умений и навыков;
- разрыв между этапами теоретической и практической подготовки;
- ограниченные возможности технических средств в отработке навыков по управлению динамическим аппаратом (ДА).

Выявлены причины указанных ограничений и недостатков:

- увеличение объема знаний, необходимых оператору для управления системами ДА;
- ограниченные сроки подготовки операторов;
- недостаточный уровень разработки и внедрения современных АОС;
- сложность эргатических систем современных ДА;
- необходимость одновременного управления большим числом бортовых систем ДА;
- недостаточный уровень использования наглядных средств обучения;

- недостаточный уровень внедрения методов развивающего обучения;
- отсутствие специализированных технических средств для отработки первоначальных навыков по управлению системами ДА;
- недостаточный уровень организации контроля и действий обучающегося;
- ограниченные возможности инструктора по управлению тренажерной подготовкой.

Выводы

Результаты анализа типовых структур тренажерных средств, используемых в учебном процессе, позволяют сделать следующие заключения:

1. Структура как специализированных, так и комплексных тренажеров имеет явно выраженный модульный характер.

2. Установлено, что использование современных тренажеров имеет ряд ограничений и недостатков, обусловленных конкретными причинами, основной из которых является отсутствие четких процедур обоснования совокупности психолого-педагогических и технических требований для их синтеза.

3. Типовой состав любого тренажера, как правило, включает РМРО, РМО, МУ и устройство сопряжения, которые в совокупности позволяют реализовывать процесс ТП.

4. Наиболее перспективным направлением развития ТС является объединение при их проектировании собственно тренажера и АОС в единую ТОС, имеющую определенную логическую, программную и физическую структуру.

5. ТС составляют основу ТСО [4, 6] ТП, поэтому необходимо разрабатывать модели ТСО, определяющие требуемый набор технических элементов (тренажеров, АОС, ТОС, ТСО и др.), выбор типа перспективного технического решения и, наконец, создавать основы методики определения требуемого набора технических элементов в ТСО для обеспечения ТП специалистов по управлению специальными объектами.

Литература

1. Алексеев С. А., Гончар А. А., Парфенов Н. П., Стахно Р. Е. Частная модель руководителя тренажерной подготовки по судовождению в структуре требований к нему // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки». 2018. № 7. С. 85-90.

2. Алексеев С. А., Парфенов Н. П., Стахно Р. Е. Анализ управления тренажерной подготовкой, как социальной организационно-технической системой. // Синергия наук. 2018. № 23. С. 1307-1313.

3. Алексеев С. А., Стахно Р. Е., Гончар А. А. Моделирование структуры и процесса организационного управления тренажерной подготовкой в учебных заведениях органов внутренних дел. // Вестник полиции. 2018. № 5 (1). С 3-9.

4. Куватов В. И. Методика определения рациональных вариантов совершенствования ТСО специальной кафедры // Материалы XII Научно-технической конференции «Военная радиоэлектроника: опыт использования и

проблемы, подготовка специалистов». – Петродворец: ВМИРЭ, 2001. – С. 45-48.

5. Лапин Э. В., Данилов А. М., Гарькина И. А., Ключев Б. В., Юрков Н. К. Авиационные тренажеры модульной архитектуры. Монография. Пенза: Информационно-издательский центр ПГУ, 2005. – 148 с.

6. Низамов М. М. Концептуальная модель совершенствования ТСО вуза МЧС России // Материалы X Международной конференции «Современные технологии обучения СТО-2004». – СПб.: СПбГЭТУ – «ЛЭТИ», 2004. – С. 93-95.

References

1. Alekseev S. A., Gonchar A. A., Parfenov N. P., Stakhno R. E. Private Model of the Head of Simulator Training in Navigation in the Structure of Requirements to it. *Modern Science: actual problems of theory and practice. Series Natural and Technical Sciences*, 2018, no. 7, pp. 85-90 (in Russia).

2. Alekseev S. A., Parfenov N. P., Stahno R. E. Analysis of the Simulator Training Management as a Social Organizational and Technical System. *Synergy of Sciences*. 2018, no. 23, pp. 1307-1313 (in Russia).

3. Alekseev S. A., Stahno R. E., Gonchar A. A. Modeling of the Structure and Process of Organizational Management of Simulator Training in Educational Institutions of Law Enforcement Bodies. *Vestnik policii* [Bulletin of the Police], 2018, vol. 5, no. 1, pp. 3-9 (in Russia).

4. Kuvatov V. I. Metodika opredeleniia ratsional'nykh variantov sovershenstvovaniia TSO spetsial'noi kafedry [Technique of Determination of Rational Ways of Improving TCO Departments]. *XII Nauchno-tekhnicheskaiia konferentsiia «Voennaia radioelektronika: opyt ispol'zovaniia i problemy, podgotovka spetsialistov»* [XII Scientific and Technical Conference «Military Electronics: Experience and Problems of Preparation of Experts»]. Petrodvorets, Voenno-morskoi institut radioelektroniki imeni A. S. Popova, 2001, pp. 45-48 (in Russia).

5. Lapshin E. V., Danilov A. M., Gar'kina A. I., Klyuev B. V., Yurkov N. K. *Aviatsionnye trenazhery modul'noi arkhitektury* [Aircraft Simulators]. Penza, Penzenskii gosudarstvennyi universitet Publ., 2005. 148 p. (in Russia).

6. Nizamov M. M. Kontseptual'naia model' sovershenstvovaniia TSO vuza MChS Rossii [Conceptual Model of Improvement of TSO University of EMERCOM of Russia]. *X Mezhdunarodnaia konferentsiia «Sovremennye tekhnologii obucheniia STO-2004»* [The X International Conference «Modern Technologies of Training STO»]. Saint-Petersburg, The First Electrotechnical University, 2004, pp. 93-95 (in Russia).

Статья поступила: 13 ноября 2018 г.

Информация об авторах

Алексеев Сергей Алексеевич – доктор технических наук, старший научный сотрудник. Профессор кафедры математики и информатики. Санкт-Петербургский университет МВД России. Область научных интересов: инфор-

мационная безопасность; системы управления; автоматизация. E-mail: ksgati@yandex.ru

Гончар Артем Александрович – кандидат военных наук. Доцент кафедры математики и информатики. Санкт-Петербургский университет МВД России. Область научных интересов: информационные системы; системы управления; автоматизация. E-mail: gonchar.tema@yandex.ru.

Парфенов Николай Петрович – кандидат технических наук, доцент. Доцент кафедры математики и информатики. Санкт-Петербургский университет МВД России. Область научных интересов: защита персональных данных; информационная безопасность; системы управления. E-mail: parfenov-nikolai@mail.ru

Стахно Роман Евгеньевич – кандидат технических наук. Заместитель начальника кафедры математики и информатики. Санкт-Петербургский университет МВД России. Область научных интересов: САПР; информационные системы; автоматизация. E-mail: rstakhno2@mvd.ru

Яковлева Наталья Александровна – кандидат психологических наук. Начальник кафедры математики и информатики. Санкт-Петербургский университет МВД России. Область научных интересов: математические основы обработки информации; информационные системы; автоматизация. E-mail: kumirova@mail.ru

Адрес: 198206, Санкт-Петербург, ул. Летчика Пилютова, д. 1.

Analysis problems of simulation of an automated training system for staff teaching

S. A. Alekseev, A. A. Gonchar, N. P. Parfenov,
R. E. Sakhno, N. A. Yakovleva

Statement of the problem. *Unification of workplaces of operators is the main trends in the development of training systems. The trend leads to the integration of different training and teaching systems. The aim of the paper is to analyze the problems of modeling the structure of training equipment in teaching. Used method. The methods of system analysis are used for the analysis and modeling of the content and structure of training equipment. The basic functional model of the training simulator, which displays the relationship and components of the training simulator, formed based on these methods. Novelty. New direction of development of training equipment, which is association of the simulator and the automated training system in a whole system, is presented in the article. The logical, program and physical structure of the system is reasonable. Results. Concept of the automated training system is proposed. The concept provides to create real the systems that have a high degree of hierarchical complexity and the ability to model the structure of the control points of any object. The concept ensures the integration of simulators in the automated training system of higher education institutions too. Practical significance. The presented model will provide to simulate, develop and put into operation large automated training systems by using a modular approach.*

Keywords: *fitness Equipment, automated training systems, computer workstation, training on simulators, man-machine system.*

Information about Authors

Sergey Alekseevich Alekseev – Dr. habil. of Engineering Sciences, Senior Research Officer. Professor of the Department of mathematics and Informatics. St. Petersburg University of the Russian interior Ministry. Research interests: information security; control systems; automation. E-mail: ksgati@yandex.ru

Artem Aleksandrovich Gonchar – Ph.D. of Military Sciences. Associate Professor of mathematics and computer science. St. Petersburg University of the Russian interior Ministry. Research interests: information systems; control systems; automation. E-mail: gonchar.tema@yandex.ru

Nikolay Petrovich Parfenov – Ph.D. of Engineering Sciences, associate Professor. Associate Professor of mathematics and Informatics St. Petersburg University of the Ministry of internal Affairs of Russia. Research interests: personal data protection; information security; management systems. E-mail: parfenov-nikolai@mail.ru

Roman Evgenievich Stagno – Ph.D. of Engineering Sciences. Deputy head of the Department of mathematics and Informatics. St. Petersburg University of the Russian interior Ministry. Research interests: CAD; information systems; automation. E-mail: rstakhno2@mvd.ru

Natalia Alexandrovna Yakovleva – PhD in psychology Sciences. Head of the Department of mathematics and Informatics. St. Petersburg University of the Russian interior Ministry. Research interests: mathematical bases of information processing; information systems; automation. E-mail: kumirova@mail.ru

Address: Russia, 198206, Saint-Petersburg, ul. Pilot Pilyutova, d. 1.