

References

1. Zielinska T., Chmielniak A. Synthesis of Control Law Considering Wheel-Ground Interaction and Contact Stability, *Proceed. of Twelfth Int. Conf. of Climbing and Working Robots. CLAWAR-2012 Turkey*, 9–11 Nov. 2012, Mobile Robotics: Solutions and Challenges, World Scientific, 2012, pp. 1039–1046.
2. Okada T., Tezuka S., Wada H. Smooth Walk of a Skid-Steering Vehicle Consisting of Feet Jointed to Each Wheel RIM, *Proceed. of CLAWAR-2015 Conf.*, USA, 23–26 July, 2015, Adaptive Mobile Robotics, pp. 585–594.
3. Vol'skaya N. S. *Ocenka prohodomosti kolesnyh mashin pri dvizhenii po nerovnoj gruntovoy poverhnosti* (Passability evaluation for wheeled vehicles moving on rough terrain), Moscow, MGU, 2007, 215 p. (in Russian).
4. Ishlinskij A. Yu. *Mekhanika. Idei, zadachi, prilozheniya* (Mechanics. Ideas, tasks, applications), Moscow, Nauka, 1985, 624 p. (in Russian).
5. Vahlamov V. K. *Konstrukciya, raschet i ehkspluatacionnye svoystva avtomobilej* (Design, analysis and operational properties of cars), Moscow, Akademiya, 2007, 560 p. (in Russian).
6. Muro T., O'Brien J. *Terramechanics, Land Locomotion Mechanics*, Tokyo, A. A. Balkema Publishers, 2004.
7. Ishlinskij A. Yu. *Trenie kacheniya. Prikladnaya matematika i mekhanika* (The rolling friction. Applied mathematics and mechanics), 1938, vol. 2, iss. 2, pp. 245–260 (in Russian).
8. Agejkin Ya. S. *Prohodimost' avtomobilej* (Passability of cars), Moscow, Mashinostroenie, 1981, 232 p. (in Russian).
9. Bekker M. G. *Vvedenie v teoriyu sistem "mestnost'-mashina"* (Introduction to the theory of "terrain-vehicle" systems), Ed. by V. V. Gus'kova, Moscow, Mashinostroenie, 1973, 520 p. (in Russian).
10. Gradeckij V. G., Ermolov I. L., Knyaz'kov M. M., Semenov E. A., Sobol'nikov S. A., Suhanov A. N. *O nauchnyh zadachah vypolneniya transportnyh operacij gruppoj mobil'nyh robotov* (On the scientific tasks for the transport operations for group of mobile robots), *Robototekhnika i Tekhnicheskaya Kibernetika*, 2016, no. 3, pp. 57–62 (in Russian).

УДК 004.9

DOI: 10.17587/mau.18.824-828

С. Ф. Сергеев, д-р психол. наук, проф., sspost@mail.ru,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Методологический базис проектирования симбиотических сред тренажеров мехатронных и робототехнических систем¹

Рассматриваются вопросы методологии проектирования обучающих сред сетевых тренажеров, включающих симбиотические формы взаимоориентации, взаимодополнения и взаимодействия систем естественного и искусственного интеллекта для подготовки операторов мехатронных и робототехнических систем.

Ключевые слова: обучающая среда, обучающая ориентация, симбиотические формы интеллектуальных объединений

Проблема обеспечения эффективной профессиональной подготовки операторов робототехнических и мехатронных систем, действующих в условиях супервайзерского, дистанционного и непосредственного управления с использованием систем интерфейса на базе виртуальной, дополненной и индуцированной реальности, по настоящее время не теряет своей актуальности и имеет самостоятельное значение, несмотря на широкое внедрение тренажеров и технологий компьютерного обучения [1]. Ранее ожидалось, что роль человека в сложных системах будет непрерывно снижаться в связи с переходом к автоматическому и автономному управлению. Однако данные прогнозы не оправдались. Более того, наблюдается парадоксально интенсивное включение человека в различные формы ориентирующей и управляющей коммуникации, возникающей в системах управления роботами и в интеллектуальных эргатических средах [2]. Появилась необходимость в обучении операторов принятию и реализации решений,

групповым и коллективным видам деятельности в симбиозе со сложными техногенными средами, наделенными искусственным интеллектом. Возникли новые виды учебной деятельности, связанные с постановкой задач и созданием целевых установок интеллектуальным агентам автоматических систем, а также с формированием и управлением миссиями роботов и систем с высокой степенью автономности. Это, в частности, задачи, связанные с супервайзерским управлением, требующие развития эффективных форм коммуникации машины и человека. Можно сказать, что в настоящее время тренажерное обучение объединяется с информационным изучением профессиональной среды, включением в нее, получением и применением знаний. Отметим также, что деятельность операторов робототехнических систем протекает в режиме реального времени и ошибки оператора на любых этапах ее осуществления могут привести к невыполнению задачи.

Интеллектуализация техногенной среды жизнедеятельности человечества сопровождается появлением технологий моделирования практически всех аспектов профессионального и учебного опыта, что снимает технологическую компоненту проблемы подбора в тренажерах, длительное время считавшуюся основной при создании средств профессиональной подготовки операторов сложных

¹ Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России № 25.8444.2017/БЧ по проекту "Инженерно-психологическое проектирование тренажеров и обучающих систем на базе симбиотических полимодальных техногенных сред" и подержана грантом РФФИ (проект 16-08-00313).

технических комплексов. Однако оказалось, что практика обучения и тренировки в высокоточных моделях деятельности не имеет серьезных научно-методического и методологического оснований и в целом малоэффективна в силу эффекта информационной перегрузки, сопровождающего процесса восприятия курсантом сложных алгоритмов управления [3, 4]. Проблемы использования высокоточных имитационных моделей в целях обучения связаны с устойчиво повторяемыми мифами и стереотипами, согласно которым тренажер и методики обучения на нем должны создаваться раздельно. Ответственность за результаты обучения возлагается на инструкторско-преподавательский состав центров подготовки, который и является автором методов обучения и контроля. Отметим слабую разработанность проблемы информационного обучения в сложноорганизованных средах, что ведет к возрождению технологий программированного обучения, отвергнутых еще в шестидесятые годы прошлого столетия. Вопросам методологии создания обучающих сред тренажеров операторов сложных систем, создающих симбиотическую интерактивную интеллектуальную среду [5], посвящено настоящее исследование.

Классическая педагогика в обучающих системах и тренажерах

Обучение в рамках традиционных представлений классической профессиональной подготовки рассматривается как активные информационно-деятельностное и коммуникационное взаимодействие двух систем — учителя и ученика, осуществляемые через усвоение и сознательную интерпретацию учебного содержания (В. А. Бодров, В. Ф. Венда, Т. В. Габай, В. В. Давыдов, А. М. Зимичев, А. Н. Печников, К. К. Платонов, В. В. Чебышева, В. Д. Шадриков и др.). Один из участников процесса обучения (инструктор) является активным источником и интерпретатором знаний (структурированной информации), а другой (ученик) — их потребителем, в известной мере пассивным элементом. В силу этого все методы обучения направлены на постановку учебных задач с последующим их решением в моделирующих средах, содержащих существенные элементы и алгоритмы реальной деятельности. Коррекция обучающей процедуры ведется с помощью контрольных вопросов и экзаменационных заданий, свидетельствующих о степени усвоения программы подготовки. Такая организация учебного процесса лежит в основе всех существующих методов электронного и тренажерного обучения и описывается простым дидактическим треугольником, включающим ученика, учителя и учебное содержание [3]. Она вполне работоспособна при подготовке операторов деятельности в простых, алгоритмически управляемых системах, но не эффективна в сложных эргатических и робототехнических комплексах, содержащих мультиагентные компоненты [6, 7]. Господствующие у разработчи-

ков учебно-тренировочных средств представления об обучении как форме переноса знаний и формирования навыков и умений в сложных средах малоэффективны, так как деятельность в них плохо поддается алгоритмизации и структурированию. В результате профессиональный опыт инструктора не может быть передан курсанту. Ведущее значение в классическом тренажерном обучении приобретает индивидуальный опыт ученика, получаемый в результате многократного повторения элементов профессиональной деятельности в среде обучения.

Сложные системы, предоставляя широкое поле деятельности оператору, требуют от него своевременного реагирования на случайные и уникальные события, ведущие к аварийным и нестандартным ситуациям. В групповой операторской деятельности возникает особая форма самоорганизующейся коммуникации, формирующая управляющий курс, являющийся элементом культуры эргатической системы. Эти свойства сложных систем не учитываются в классическом тренажерном обучении, но являются определяющими при подготовке операторов и пользователей роботами и мехатронными системами. Выходом из сложившегося положения стал переход к моделям средоориентированного обучения [4].

Обучение в искусственных средах обучения

Развитие технологий моделирования привело в последнее десятилетие к широкому распространению в тренажеростроении методологии и технологии средоориентированного обучения, в частности ее классического варианта, постулирующего особую роль подобия моделей деятельности, формируемых в тренажере реальной деятельности (Г. Л. Коротеев, В. М. Лискин, А. И. Нафтульев, Г. Г. Себряков, С. Ф. Сергеев, В. Н. Соколов, В. Е. Шукшунов). С точки зрения педагогики и психологии обучение в среде является вариантом метода проб и ошибок, перенесенного в сложные виды деятельности. Однако классический вариант средового обучения преувеличивает значение внешних средств деятельности, оставляя в тени внутренние психологические детерминанты и особенности формирования профессионала. В результате страдает качество обучения, появляются внутренне неэффективные структуры знания. Проявляется "эффект дилетанта", резко суживающий диапазон эффективной деятельности. Можно сказать, что классическое средоориентированное обучение массово порождает профессионалов среднего уровня. Однако именно классический подход в тренажеростроении показал свою эффективность при массовой подготовке операторов комплексов управляемого вооружения, летчиков, космонавтов, водителей грузового и пассажирского транспорта и других видов деятельности, требующих для своего выполнения наличия высокоавтоматизированных сенсомоторных навыков. Исключение здесь представляют тренажеры для обучения экипажей атомных подводных лодок,

подготовки операторов энергетических систем, атомных и тепловых электростанций, специфика профессиональной деятельности которых требует достижения целей путем выполнения сложных алгоритмических операций одновременно с принятием управляющих решений в условиях внутригрупповой коммуникации и дефицита времени (А. Н. Анохин, С. И. Магид, В. П. Третьяков). Здесь получили распространение модели обучения, сочетающие поэтапную отработку навыков выполнения отдельных технологических операций с работой на комплексных тренажерах с высокой точностью имитации.

Общим недостатком всех средоориентированных систем обучения является их пассивность и отсутствие механизмов обобщения и фиксации положительного учебного опыта. Выходом из сложившегося положения может стать сетевой подход к созданию среды обучения. Он позволяет объединять имеющиеся и возникающие при обучении в среде учебные ресурсы. Заметим, что в сетевых обучающих системах мехатронных и робототехнических систем нарушается классический дидактический треугольник, порождающий циклы обучающей коммуникации. Возникает распределенный в среде искусственный интеллект, вступающий в симбиотические отношения с акторами сети, в том числе искусственной природы. И тот и другой участники сетевой обучающей координации могут быть машиной или человеком или оба люди или оба машины. Активные элементы среды могут быть также разной природы. Все акторы в процессе обучения накапливают или используют знания для порождения нового знания или распределения существующего знания по носителям, обладающим разным уровнем знаний. В этом суть сетевого обучения — распределение знаний в обучающей среде. Заметим, что классическое обучение не создает нового знания, хотя в процессе распределения знания могут возникать элементы нового.

Создание систем обучения для подготовки пользователей и операторов сложных робототехнических систем с искусственным интеллектом потребовало новой, постнеклассической средоориентированной эргономики тренажеростроения. Меняются ориентиры при обучении в среде, делается акцент на внутреннюю активность обучаемого, формирование механизмов самоорганизации ментальных структур профессионала, действующего в виртуальном мире среды обучения [8, 9]. Основные тезисы постулативной схемы данного направления:

- различаются понятия "обучающая среда" и "среда обучения", при этом модель деятельности и технологии ее создания (среда обучения) отделяется от методических психолого-педагогических принципов формирования когнитивно-ментальных структур обучаемого (обучающая среда);
- обучающая среда обучающей системы (тренажера) рассматривается как продукт активной конструирующей деятельности человека-оператора

и не может быть рассмотрена вне его психического содержания;

- обучающая среда отражает феномен динамической целостности циклически формирующихся цепей отношений человека с физической и социальной профессиональной реальностью. Среда обучения выступает перед субъектом одновременно в виде субъективной реальности (воспринимаемый мир) и как внешний предметный мир, в котором действует субъект (интерпретируемый мир);
- обучающая среда в содержательном плане возникает как динамический процесс избирательного формирования сетей отношений субъектов обучения, в которые ими лично (не всегда осознанно) вовлекаются самые разнообразные элементы внешнего окружения и внутреннего содержания среды обучения с целью обеспечить аутопоэзис организма, стабильность личности и непрерывность ее истории.

Обучающие среды сетевой обучающей системы должны включать взаимодополняющие симбиотические формы взаимодействий интеллекта, распределенного в технических элементах сети с интеллектом акторов [7].

Отметим изменение парадигмы обучения в среде, связанное с развитием неклассических взглядов на психику человека, в соответствии с которыми обучение представляет собой циклический эволюционный процесс, содержащий психофизиологический и личностный компоненты. В сущности, можно говорить о том, что процессы, ведущие к обучению, связаны с механизмами самоорганизации психики и мозга. Это придает особый смысл обеспечению процессов интерфейсной связи и ориентации ученика в зоне учебных смыслов вместо навязывания нужных форм поведения, принятого в классическом тренажерном обучении [10, 11].

Среди классиков отечественной психологии и дидактики обучения следует отметить Н. Ф. Талызину и П. Я. Гальперина, работы которых связаны с теорией поэтапного формирования умственных действий и навыков. В данной теории развиваются идеи о принципиальной общности внутренней психической и внешней физической деятельности человека. Умственное развитие человека и усвоение знаний и умений, по мнению авторов, происходят путем интериоризации, переходом внешней деятельности во внутренний умственный план. Декларируется наличие этапов усвоения учебного опыта от ознакомления с действием, ориентировкой, мотивацией до автоматизированного действия. Основной проблемой данного подхода является попытка управления обучением на основе формальной теоретической схемы, которую трудно применить в конкретных условиях тренажерного обучения, формирующего не только навыки, но и эффективные профессиональные понятийные схемы. Идеи Талызиной и Гальперина на новом научно-методологическом базисе, на наш взгляд, могут быть развиты на основе исследований А. Клер-

манса (A. Sleeremans), который, обосновывая тезис "радикальной пластичности", пришел к выводу, что сознательное и бессознательное познания ко-ренятся в одном и том же наборе взаимодействующих механизмов репрезентативных систем, а следовательно, могут формироваться похожими методами, в том числе и без привлечения ресурсов сознания. Однако определить скрытое знание не представляется возможным по методическим причинам. Ставится проблема эксплицитного и имплицитного знания. Эксплицитное знание относится к сознательному опыту субъекта и может быть выражено им в терминах сознательного опыта с использованием терминов "видеть", "помнить", "понимать". Имплицитное знание, напротив, обнаруживается при выполнении заданий без всякого осознания факта его применения. Оно проявляется без участия внимания и обнаруживается в опосредованной косвенной форме. Термины "эксплицитный" и "имплицитный" близки по значению терминами "сознательный" и "бессознательный", и в силу этого могут быть взаимозаменяемы. Принятие положений рассматриваемой концепции добавляет к концепции поэтапного формирования умственных действий стадии формирования имплицитного знания.

Симбиотическое средоориентированное обучение

Для выделения эффективных алгоритмов обучения, возникающих в среде обучения в процессе индивидуального и комбинированного группового обучения в сложных симбиотических средах, целесообразно использование технологий машинного обучения, включающих статистические методы для решения задач регрессии и классификации с множественными переменными. Наиболее часто используемыми являются метод опорных векторов (*Support Vector Machines, SVM*) для решения задач классификации и регрессии и метод байесовской классификации. Благодаря возможности использования различных комбинаций при построении пространства признаков, в котором строятся границы решения, метод опорных векторов обладает высокой степенью гибкости при решении задач регрессии и классификации различного уровня сложности. Это позволяет выделять учебные процедуры с задаваемыми обучающими характеристиками по отношению к заданным векторам признаков и включать их в следующие обучающие итерации в циклах подготовки. В данном контексте целесообразно в историю обучения операторов робототехнических и мехатронных систем включать показатели эффективности, что позволяет выделить эффективные области и процедуры для использования в качестве образцов.

Основные проблемы обучения в сложных технологических средах связаны с принятой в тренажерной подготовке методологией модульного практико-ориентированного обучения, ведущего к "клипованному сознанию" учеников и алгоритмическим

формам решения проблем. Возникающий в процессе такого обучения опыт не позволяет решать сложные задачи, требующие нетривиальных решений.

Эффективное обучение работе в сложных системах предполагает создание активной интерактивной среды, включающей взаимодействие искусственного интеллекта, создающего насыщенные ассоциативные поля вокруг основных понятий и алгоритмов изучаемой профессиональной деятельности, с интеллектом пользователей. Необходимо ведение записи полной истории обучения и функционирования всех операторов и условий применения конкретной робототехнической системы. Получаемые данные должны быть подвергнуты анализу для получения условий эффективного применения и использования опыта системы в обучении. Обучение необходимо рассматривать как элемент поддержки и обеспечения цикла функционирования оператора в процессе его профессиональной деятельности (изменения его эффективности в силу естественных условий, забывания, утери навыков и т. д.).

Интеллектуализация обучающих и тренирующих сред при подготовке операторов робототехнических систем служит повышению эффективности управления за счет симбиоза человека с интеллектуальными агентами среды.

Список литературы

1. **Сергеев С. Ф.** Человеческий фактор в отечественной робототехнике: основные проблемы и перспективы развития // Робототехника и техническая кибернетика. 2016. № 3 (12). С. 10—13.
2. **Печников А. Н.** Теоретические основы психолого-педагогического проектирования автоматизированных обучающих систем. Петродворец: ВВМУРЭ им. А. С. Попова, 1995. 332 с.
3. **Сергеев С. Ф.** Еще раз про E-Learning дидактику: острые углы методологического круга // Образовательные технологии и общество (Educational Technology & Society). 2015. Т. 18. № 1. С. 589—599. URL: http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v18_i1/pdf/19.pdf (дата обращения: 24.03.2015).
4. **Сергеев С. Ф.** Методологические основы проектирования обучающих сред // Авиакосмическое приборостроение. 2006. № 2. 2006. С. 50—56.
5. **Сергеев С. Ф.** Интеллектуальные симбионты в эргатических системах // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. № 2 (84). С. 149—154.
6. **Теряев Е. Д., Петрин К. В., Филимонов А. Б., Филимонов Н. Б.** Агентные технологии в автоматизированных информационно-управляющих системах. Ч. 1. Основы агентного подхода // Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. № 7. С. 11—20.
7. **Теряев Е. Д., Петрин К. В., Филимонов А. Б., Филимонов Н. Б.** Агентные технологии в автоматизированных информационно-управляющих системах. Ч. 2. Агентные режимы в задачах контроля и управления подхода // Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. № 10. С. 11—21.
8. **Сергеев С. Ф.** Виртуальные тренажеры: проблемы теории и методологии проектирования // Биотехносфера. 2010. № 2 (8). С. 15—20.
9. **Сергеев С. Ф.** Методология проектирования тренажеров с иммерсивными обучающими средами // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. 2011. № 1 (71). С. 109—114.
10. **Сергеев С. Ф.** Психологические аспекты проблемы интерфейса в техногенном мире // Психологический журнал. 2014. Т. 35. № 5. С. 88—98.
11. **Сергеев С. Ф.** Системно-психологические аспекты автоматизации и роботизации техногенных сред // Мехатроника, автоматизация, управление. 2015. Т. 16. № 11. С. 751—751.

Methodological Basis of Symbiotic Design Environments Simulators for Mechatronic and Robotic Systems

S. F. Sergeev, sspost@mail.ru, Saint Petersburg Polytechnic University Peter the Great, Russian Federation, Saint Petersburg

Corresponding author: **Sergeev Sergei F.**, Dr. of psychology Sciences, Professor, Saint Petersburg Polytechnic University Peter the Great, Russian Federation, Saint Petersburg, e-mail: sspost@mail.ru

Accepted on September 15, 2017

The article is devoted to the methodology of designing simulators for operators of complex systems that create a symbiotic interactive intellectual environment. The problem of professional training of operators of robotic and mechatronic systems operating in the conditions of supervisor, remote and direct control using an interface based on virtual, supplemented and induced reality is relevant and of independent importance, despite the widespread use of simulators simulating the real-world environment. There were new types of professional and educational activities related to the setting of tasks and the creation of target installations for intelligent agents of automatic systems, the formation and management of missions of robots and mechatronic systems. Simulative training integrates with the cognitive study of the professional environment, including in it, the acquisition and application of knowledge. Complex robotic systems, providing a wide field of activity to the operator, require him to respond in a timely manner to random and unique events leading to emergency and non-standard situations. In the group of operator activity there is a special form of self-organizing communication that forms the governing discourse of the ergatic system. These properties of complex systems are not taken into account in classical simulator training, but are crucial when preparing operators and users of robots and mechatronic systems. The way out of this situation was the transition to a non-classical version of environment-oriented learning. The main features of this conceptual scheme and prospects for its development within the framework of constructivism and the theory of step-by-step formation of mental actions are considered in the article. The problems of increasing the training efficiency of operators of robotic systems are considered, due to the intellectualization of training and training environments. It is supposed to create an active interactive environment involving the interaction of the artificial intelligence of the learning environment that creates rich associative fields around the basic concepts and algorithms of the studied professional activity with the intellect of the trainees. It is advisable to keep a record of the complete history of the training and operation of all operators and the conditions for the application of a particular robotic system. Training is considered as an element of support and maintenance of autopoietic cycles of functioning and development of the operator in the process of intelligent symbiosis.

Keywords: teaching environment, teaching orientation, symbiotic forms of intellectual associations

For citation:

Sergeev S. F. Methodological Basis of Symbiotic Design Environments Simulators for Mechatronic and Robotic Systems, *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2017, vol. 18, no. 12, pp. 824–828.

DOI: 10.17587/mau.18.824-828

References

1. Sergeev S. F. *Chelovecheskij faktor v otechestvennoj robototekhnike: osnovnye problemy i perspektivy razvitiya* (The human factor in domestic robotics: basic problems and prospects of development), *Robototekhnika i tehničeskaja kibernetika*, 2016, no. 3 (12), pp. 10–13 (in Russian).
2. Pechnikov A. N. *Teoreticheskie osnovy psihologo-pedagogičeskogo proektirovanija avtomatizirovannyh obučajushhih sistem* (The theoretical basis of psycho-pedagogical design of an automated training system), Petrodvorec, VVMURJe im. A. S. Popova, 1995, 332 p. (in Russian).
3. Sergeev S. F. *Eshhe raz pro E-Learning didaktiku: ostrye ugly metodologičeskogo kruga* (Once again about E-Learning didactics: sharp corners methodological circle), *Obrazovatel'nye tehnologii i obščhestvo* (Educational Technology & Society), 2015, vol. 18, no. 1, pp. 589–599, available at: http://ifets.ieee.org/russian/depositary/v18_i1/pdf/19.pdf (date of access 24.03.2015) (in Russian).
4. Sergeev S. F. *Metodologičeskie osnovy proektirovanija obučajushhih sred* (The methodological basis for designing training environments), *Aviakosmičeskoe priborostroenie*, 2006, no. 2, pp. 50–56 (in Russian).
5. Sergeev S. F. *Intellektnye simbionty v jergatičeskikh sistemah* (Intelligent symbionts in ergatic systems), *Nauchno-tehničeskij vestnik informacionnyh tehnologij, mehaniki i optiki*, 2013, no. 2 (84), pp. 149–154 (in Russian).
6. Terjaev E. D., Petrin K. V., Filimonov A. B., Filimonov N. B. *Agentnye tehnologii v avtomatizirovannyh informacionno-upravljajushhih sistemah. Ch. I. Osnovy agentnogo podhoda* (Agent technologies in automated management information systems. Part I. Foundations of agent-based approach), *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2010, no. 7, pp. 11–20 (in Russian).
7. Terjaev E. D., Petrin K. V., Filimonov A. B., Filimonov N. B. *Agentnye tehnologii v avtomatizirovannyh informacionno-upravljajushhih sistemah. Ch. II. Agentnye rezhimy v zadachah kontrolja i upravlenija podhoda* (Agent technologies in automated management information systems. Part II. Agent-based modes in problems of control and management approach), *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2010, no. 10, pp. 11–21 (in Russian).
8. Sergeev S. F. *Virtual'nye trenazhery: problemy teorii i metodologii proektirovanija* (Virtual simulators: problems of theory and design methodology), *Biotehnosfera*, 2010, no. 2 (8), pp. 15–20 (in Russian).
9. Sergeev S. F. *Metodologija proektirovanija trenazhvorov s immersivnymi obučajushhimi sredami* (Methodology of design of training simulators with an immersive learning environments), *Nauchno-tehničeskij vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta informacionnyh tehnologij, mehaniki i optiki*, 2011, no. 1 (71), pp. 109–114 (in Russian).
10. Sergeev S. F. *Psihologičeskie aspekty problemy interfejsa v tehnogenom mire* (Psychological aspects of interface problems in man-made world), *Psihologičeskij žurnal*, 2014, vol. 35, no. 5, pp. 88–98 (in Russian).
11. Sergeev S. F. *Sistemno-psihologičeskie aspekty avtomatizacii i robotizacii tehnogenykh sred* (The system-psychological aspects of automation and robotization of technological environments), *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2015, vol. 16, no. 11, pp. 751–756 (in Russian).