

Анализ принципов и российского опыта построения учебно-тренировочных средств

*В. В. Белов**, *Д. А. Водиченков***, *Н. Н. Власов***

**Рязанский государственный радиотехнический университет
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1*

***Михайловская военная артиллерийская академия
Министерства обороны Российской Федерации
195009, Санкт-Петербург, ул. Комсомола, 22*

e-mail: vobeloff@yandex.ru, ya.kb15@yandex.ru, z-elements@yandex.ru

Аннотация. Создание тренажеров и учебно-тренировочных средств для операторов высоконагруженных систем является важной и актуальной задачей. Использование учебно-тренировочных средств позволяет организовать управляемый и персонифицированный учебный процесс, тренирует и организует рабочую память для выполнения важных задач, в том числе и в экстренных ситуациях, а также позволяет создать стабильную систему подготовки персонала и взаимодействие всех уровней лиц, принимающих решение. В статье излагаются принципы построения и разновидности учебно-тренировочных средств, используемых в разных сферах – приводится классификация, выявлены особенности различных тренажеров, сформулированы основные принципы построения современных тренажеров специального назначения.

Ключевые слова: разработка учебно-тренировочных средств, типы учебно-тренировочных средств, структура учебно-тренировочных средств, область применения учебно-тренировочных средств.

1. Введение

Разработкой учебно-тренировочных средств (УТС) занимаются организации по всему миру. Лидерами по количеству созданных средств подготовки персонала являются CAE (25%), Thales (15%), FSI (15%), L-3 Link (11%) (указан процент от общего количества разработанных средств). Доля российских производителей оценивается в 2%, при этом российский тренажерный рынок сегодня достиг относительной зрелости и продолжает ускоренными темпами проходить путь, уже пройденный нашими западными коллегами.

Вышеуказанные процессы характерны и для тренажеростроения в интересах Вооруженных сил Российской Федерации. В настоящее время в Российской Армии идет процесс перевооружения на современные комплексы вооружения и военной техники. При этом обучение специалистов личного состава в основном проводится

с использованием штатной техники. Такой подход не рационален, так как приводит к значительному расходу ресурса изделий комплекса и увеличению затрат на подготовку личного состава.

Переход на ресурсосберегающие технологии подготовки является актуальным в контексте поддержания на высоком уровне навыков персонала.

Привлекательность использования учебно-тренировочных средств не ограничивается только экономическими соображениями.

Для справки: в гражданской авиации значения отношения количества эксплуатируемых самолетов к количеству используемых тренажеров следующие: США — 14.1, Канада — 38.6, Евросоюз — 16.9, Россия — 77.0 [1], а в военной области данные показатели в разы меньше.

Задача создания тренажеров боевой техники для подготовки персонала в России является актуальной [2].

Во-первых, использование учебно-тренировочных средств (УТС) позволяет организовать управляемый учебный процесс (путем усложнения или упрощения учебных задач, изменения их тематики, многократного повторения условий выполнения задания, организации автоматического контроля за выполнением алгоритмов деятельности обучаемыми, отработки действий в нештатных и аварийных режимах и т. д.).

Во-вторых, привлечение УТС позволяет частично отказаться от проведения учений с привлечением реальной техники, что упрощает учебный процесс и позволяет создать стабильную систему подготовки. Кроме того, применение УТС позволяет обеспечить тренировку командиров всех уровней по принятию решений на организацию и проведение боевых действий.

В-третьих, использование УТС повышает безопасность персонала за счет снижения риска получения тяжелых травм при обучении на реальной технике из-за низкой профессиональной подготовки обучаемых, особенно на ранних этапах [3].

2. Область применения УТС

Современные тренажеры основываются на передовых, инновационных программах обучения специалистов и закладывают теоретические и практические навыки у обучаемых. Реализация такого подхода стала возможна благодаря бурному развитию и удешевлению электронно-вычислительной техники и прогрессивных технологий. На базе этих технологий разработаны многочисленные тренажеры гражданского и военного применения, позволяющие имитировать окружающую обстановку в реальном времени. Создано множество приложений с использованием технологий виртуальной реальности для медицины, позволяющих проводить опе-

рации электронному пациенту с высокой степенью достоверности. В настоящее время область применения тренажерных технологий постоянно расширяется.

УТС можно разделить на два больших класса:

- динамические;
- статические.

Динамические УТС имеют в своей основе математическую модель реальных физических процессов и потому наиболее полезны для качественного обучения (не натаскивания!). Используют в своем составе различные манипуляторы, подвижные составные части, которые во взаимодействии с персональными компьютерами (ПК) и установленным на нем программном обеспечении позволяют проводить обучение, структура динамического построения УТС показана на рис. 1.



Рисунок 1. Структура динамических УТС

Имитационный компьютер может быть столь же прост, как персональный компьютер, или таким сложным, как многопроцессорный сверхсовременный мини-компьютер. Имитационный компьютер связан с рабочим местом обучаемого (РМО) через систему ввода-вывода. РМО может состоять как из панели управления и контроля, так и видеотерминалов и распределенной системы управления, обслуживающей видеотерминалы. В большинстве случаев физические свойства РМО точно или в максимально приближенной степени соответствуют конкретному моделируемому процессу.

Модель системы — программная модель, используемая в имитационном компьютере, реалистично отображает взаимодействие компонентов и систем модели-

руемого процесса. Это наиболее важная часть тренажерной системы, от степени приближенности модели системы к реальному объекту или ситуации зависит качество получаемых навыков.

Статические УТС. Основная особенность заключается в том, что в таких системах отсутствует математическая модель процессов, происходящих в оборудовании, но показывается и проверяется определенный порядок действий. Данные системы, как правило, включают в себя только ПК и специальное программное обеспечение (СПО) или только реальные блоки без наличия имитационных частей, структура статического построения УТС показана на рис. 2.

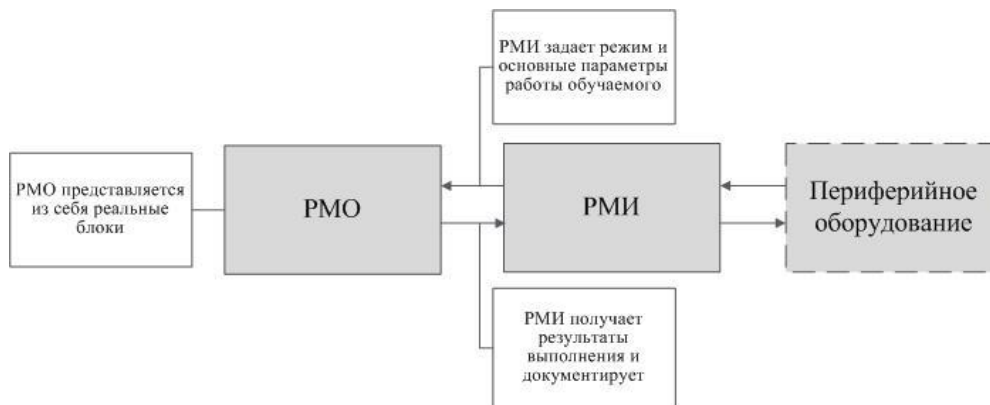


Рисунок 2. Структура статических УТС

Рабочее место обучаемого (РМО) позволяет обучающемуся манипулировать органами управления способом, приближенным или идентичным используемому в реальном процессе.

Рабочее место инструктора (РМИ) — интерфейс инструктора позволяет управлять работой тренажера, выбирать сценарий тренировки, но не позволяет задавать динамические параметры. Отсутствует модель поведения системы.

Периферийное оборудование включает в себя принтеры, и любое другое оборудование, может отсутствовать в тренажерной системе.

Тренажерные технологии возникли и получили наибольшее развитие там, где ошибки при обучении на реальных объектах могут привести к чрезвычайным последствиям, а их устранение — к большим финансовым затратам: в военном деле, медицине, ликвидации последствий стихийных бедствий, в атомной энергетике, авиации и космосе.

3. Гражданская область применения УТС

Морские тренажеры. В нашей стране широко используются УТС, дающие возможность проводить обучение по различным морским специальностям, например тренажер обучения судовождению NTPRO 5000, который показан на рис. 3. Данный тренажер можно отнести к классу статических УТС.



Рисунок 3. Тренажер судовождения

Такие УТС располагаются в специально оборудованных помещениях. Инструкторская станция обеспечивает преподавательский состав всеми необходимыми средствами для эффективной подготовки, проведения и разбора упражнений. При составлении упражнения инструктор имеет возможность добавить в выбранный им район плавания ряд вспомогательных объектов, разместив их по своему усмотрению. В число таких объектов входят различные здания, техника, нефтяные вышки, цистерны. Система создает звуковую среду, соответствующую условиям плавания. Она позволяет имитировать шум ветра, работу двигателя в зависимости от хода, шум якорной цепи, звуковые сигналы собственного судна и судов целей (свисток, гонг, колокол) [4].

Математические модели судов и судового оборудования, физических сил и эффектов разработаны на основе результатов исследований ведущих научных центров России и соответствуют самым высоким мировым стандартам.

Математические модели судов и судового оборудования можно корректировать с помощью специального редактора моделей, поставляемого с тренажером. Эта программа позволяет пользователю по желанию корректировать математическую модель судна, а также создавать индивидуальные модели для своих нужд.

Энергетические тренажеры. В областях электроэнергетики существуют УТС реальных электростанций производства ЗАО «ТЭСТ».

Полномасштабный тренажер электростанции — это комплексный тренажер, в котором с высокой степенью подобия воспроизводятся реальные рабочие места группы тренируемых специалистов.

Комплексный тренажер — это тренажер, предназначенный для совместной подготовки группы специалистов в полном объеме алгоритмов их деятельности или одного специалиста, деятельность которого осуществляется по нескольким специальностям.

Комплексные тренажеры представляют собой полномасштабную имитацию реальных щитов управления всего энергообъекта, позволяющую реализовать полученные на предыдущих уровнях знания, навыки и умения, осуществлять процесс обучения, используя практически любое необходимое количество параметров при адекватной имитации поведения энергоустановки в режиме реального, ускоренного и замедленного времени [6].

Тренажер с динамическими компьютерными мнемосхемами — это тренажер, в составе которого как модель объекта управления, так и рабочие места обучаемых и инструктора реализуются на базе компьютерных средств.

Комплексные тренажеры с динамическими компьютерными мнемосхемами имитируют с помощью компьютера энергоустановку целиком, оснащены персональными ЭВМ с адекватными математическими моделями энергоустановки и позволяют реализовать полученные на предыдущих уровнях знания, навыки и умения в условиях реального и масштабного времени и компьютерной имитации реального оборудования энергообъекта-прототипа как индивидуально, так и в составе оперативной смены.

4. Военная область применения УТС

4.1. История развития военных УТС

Первые военные УТС строились на базе штатных блоков и систем боевых средств. В таких изделиях отсутствовала возможность формирования задач оператором и не было возможности автоматической оценки действий обучаемых. Инструктор вербально оценивал действия расчета, в этой связи данную систему можно отнести к статическому типу УТС. В этой связи возникал вопрос о субъективности данной оценки.

Примером данного построения являются комплексные классные тренажеры 9Ф625-1 и 9Ф25 расчетов пусковых установок ракетных комплексов «Точка» и «Точка-У», предназначенные для обучения и тренировки расчетов изделия 9П129-1

боевой работе по выполнению предстартовых проверок ракет комплексов 9К79, 9К79-Р, 9К79-1, их прицеливания и пуска с различной степени готовности. Внешний вид тренажера 9Ф625-1 показан на рис. 4.

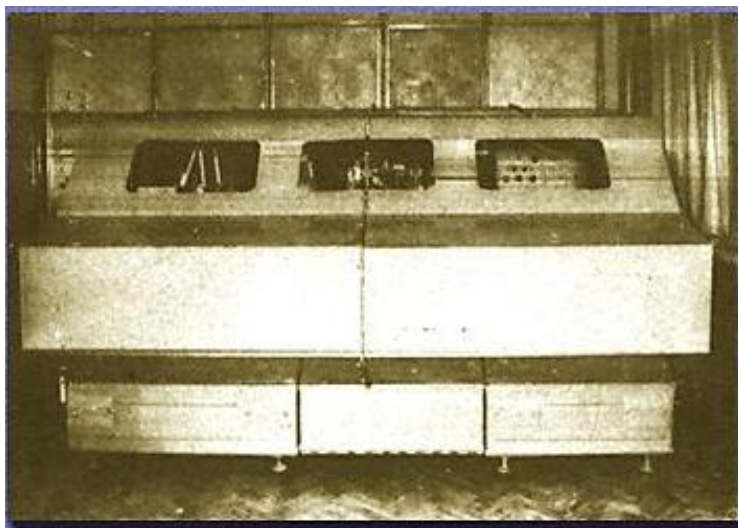


Рисунок 4. Комплексный тренажер 9Ф625

Состав тренажера 9Ф625-1:

- имитатор кабины пусковой установки с размещенными на ней имитаторами:
- наземная контрольно-пусковая аппаратура;
- аппаратура средств прицеливания;
- аппаратура системы топопривязки и навигации;
- аппаратура управления механизмами и электрооборудования пусковой установки;
- пульт обучающегося;
- агрегат питания;
- переговорное устройство;
- комплект кабелей;
- комплект одиночного ЗИП;
- комплект документации [6].

Классические УТС ориентированы на формирование у обучающегося личного состава ракетных комплексов 9К79, 9К79-Р, 9К79-1 следующих профессиональных компетенций:

- выполнение предстартовых проверок ракет;

- прицеливание ракет;
- пуск ракет с различной степенью готовности.

Ограниченность набора формируемых компетенций является существенным недостатком классических УТС.

4.2. Современные УТС

Современные компьютерные средства обучения делятся на следующие группы:

- средства технической подготовки;
- средства индивидуальной боевой подготовки членов экипажа;
- средства отработки взаимодействий.

Средства технической подготовки: учебные компьютерные программы, видеофильмы, учебные стенды.

Средства отработки взаимодействий: взаимодействия внутри экипажа; тактические взаимодействия подразделений для совместных действий на едином виртуальном полигоне; стратегические взаимодействия с другими родами войск.

В качестве средств технической подготовки используются учебные компьютерные программы, построенные на принципах двухмерной анимации. Анимированное изображение наглядно демонстрирует принцип работы систем техники, моделируя их работу. Практические навыки в техническом обслуживании агрегатов и систем техники обучаемые могут получить на учебно-действующих стендах. Структурная схема организации средств технической подготовки показана на рис. 5.

Средства индивидуальной боевой подготовки членов экипажа включают тренажеры различной степени сложности: динамические, статические [7].

Статические тренажеры военного направления предназначены для привития навыков работы с отдельными приборами (например, прицелами) в настольном варианте или для закрепления сенсомоторных навыков в варианте статического тренажера.

Динамические тренажеры военного направления предназначены для членов экипажа, построены по единому принципу и состоят из следующих основных компонентов [8]:

- динамическая платформа с системой управления;
- кабина с рабочим местом членов экипажа;
- программное обеспечение с математическими моделями;
- система визуализации;
- рабочее место инструктора.

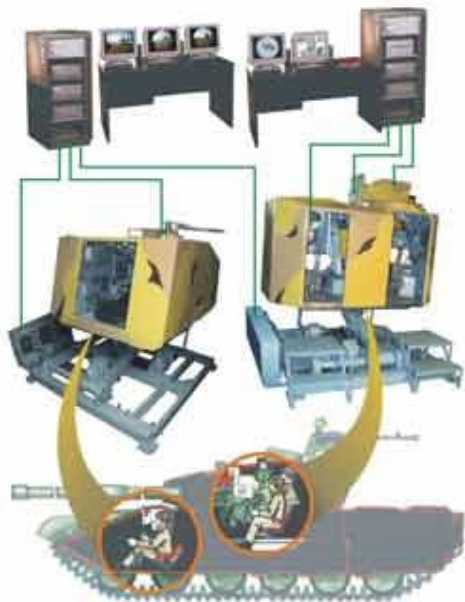


Рисунок 5. Средства технической подготовки

По такому принципу построен универсальный комплексный тренажер 9Ф859 «Конус», предназначенный для обучения и тренировки стрелков–зенитчиков переносных зенитных ракетных комплексов. Внешний вид этого тренажера показан на рис. 6.

Обучение проводится с имитацией внешней тактической обстановки средствами компьютерной графики на экране в учебном классе.



Рис. 6. Динамический тренажер для стрелков-зенитчиков

Тренажер адаптирован ко всем типам ПЗРК. Обеспечивает тренировку стрелка-зенитчика и ориентирован на применение в учебных классах полигонов, учебных заведениях и учебных центрах.

4.3. Перспективные УТС

Принципиально новым тренажерным комплексам, предназначенным для отработки взаимодействия экипажей, является тренажер 9Ф694-Э, который имитирует работу расчета изделия и обучает специалистов. Указанный тренажер может использоваться для обучения и тренировки личного состава. Он ориентирован на формирование навыков и умений работы с аппаратурой и органами управления агрегатов наземного оборудования расчета изделия. Создан по динамическому принципу построения УТС.

Тренажер позволяет сформировать профессиональные компетенции: способность использовать полученные знания и умения для осуществления комплексного межуровневого взаимодействия между средствами комплекса при подготовке и выполнении практических задач.

Важной составляющей функциональности УТС является способность периодического совершенствования навыков, приобретенных ранее в процессе обучения.

Внешний вид тренажера показан на рис. 7 и состоит из следующих компонент:

- имитатор изделия с размещенными в нем имитаторами систем и блоков;
- аппаратура средств обучения и управления процессом обучения;
- комплект кабелей.

В основу построения тренажера положены современные требования по комплексному построению обучения, для которого характерны следующие уровни:

- одиночная подготовка номеров расчета;
- подготовка в составе экипажа изделия;
- подготовка в составе подразделения вышестоящего звена управления.

Тренажер выполняет следующие задачи [9]:

- проведение всех предстартовых операций по проверке и подготовке изделий к применению, выполняемых расчетом в кабине изделия;
- операции перевода изделия из одной степени готовности в другую и обратно, выполняемые расчетом в кабине;
- применение изделий в режиме одиночного пуска и залпом как из кабины, так и с выносного пульта;
- прием исходных данных на подготовку к применению изделий от вышестоящего звена управления;

- действия в условиях возникновения неисправностей, предусмотренных эксплуатационной документацией на изделие, выполняемые расчетом в кабине;
- контроль и оценка деятельности обучаемых в процессе тренировки;
- автоматическая оценка результатов работы обучаемых при выполнении зачетных задач.



Рисунок 7. Современный тренажер

При построении тренажера 9Ф694-Э реализованы следующие концептуальные положения:

- модульность конструкции и программного обеспечения;
- высокая степень адаптивности к изменяющейся концепции построения УТС;
- наличие дружественного интерфейса с инструктором, обеспечивающего решение большого количества задач;
- стандартная технология проведения обучения, включающая режимы обучения, тренировки и контроля;
- программирование на языке высокого уровня, ориентированном на задачи обучения;
- использование адаптированной базы данных для имитации режимов работы изделия 9П78-1-Э.

5. Заключение

Как видно из приведенного обзора, большинство современных тренажерных систем является сложными программно-аппаратными комплексами, построенными на основе динамической схемы. Именно такой вариант реализации обеспечивает максимальную эффективность подготовки высококвалифицированных специалистов. Кроме того, преимуществами компьютерных тренажеров являются их невысокая стоимость по сравнению со штатными изделиями, доступность и высокая ремонтпригодность [10].

Тренажеры, позволяющие произвести отработку взаимодействия внутри экипажа, представляют собой системы, которые образуются путем соединения средств индивидуальной подготовки в единую среду общего взаимодействия с использованием локальной вычислительной сети.

Разработанный тренажер позволяет повысить слаженность работы экипажа в условиях, имитирующих реальные, отработать взаимодействие как внутри экипажа, так и с вышестоящим командиром, которым в процессе обучения является инструктор. Он может служить прототипом для последующих разработок, в частности, для создания программно-аппаратных средств, позволяющих включить в группу тренажерных средств, предназначенных для подготовки старшего командного состава.

Литература

- [1] Литвиненко А. А. Анализ состояния российского рынка авиационных технических средств обучения // Авиатренажеры, учебные центры и авиаперсонал-2012: IV Междунар. конф. — М. : Динамика, 2012. С. 5–8.
- [2] Решетников В. Н. Космические телекоммуникации. Системы спутниковой связи и навигации. — СПб. : Ленинградское изд-во, 2010. 132 с.
- [3] Лискин В. М. Разработка и производство учебно-тренировочных средств для боевых расчетов, эксплуатирующих вооружение и военную технику ПВО. — М. : НО «Ассоциация «Лига содействия оборонным предприятиям», 2011. 504 с.
- [4] Транзас Авиация [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <http://avia.transas.com>, свободный.
- [5] Тренажеры электрических станций и сетей («ТЭСТ») [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <http://www.testenergo.ru>, свободный.
- [6] Иванов С. В. Ракетно-артиллерийское вооружение сухопутных войск. Энциклопедия XXI век. Оружие и технологии России. — М., 2001. 688 с.
- [7] Соколов А. И. Состояние и перспективы развития УТС. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://warfiles.ru>, свободный.

- [8] *Сигитов В. В., Соколов В. Н.* Тренажеры ЦКБА. — Тула : Гриф и К., 2009. 60 с.
- [9] Перспективы обеспечения техническими средствами обучения подготовки войск (сил), органов управления тактического звена Сухопутных, Воздушно-десантных войск и береговых войск ВМФ на период до 2020 года: Решение // Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции. — Тула : ОАО «Тренажерные системы», 2012. С. 10–12.
- [10] *Кольцов С. Е.* Результаты работ по допуску в эксплуатацию новых тренажеров для подготовки авиapersонала гражданской авиации // Авиатренажеры, учебные центры и авиapersонал-2012: IV Междунар. конф. — М. : Динамика, 2012. С. 8–10.

Авторы:

Владимир Викторович Белов — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры вычислительной и прикладной математики, Рязанский государственный радиотехнический университет

Дмитрий Александрович Водиченков — соискатель, Михайловская военная артиллерийская академия (Санкт-Петербург)

Николай Николаевич Власов — аспирант, Рязанский государственный радиотехнический университет

Principles of creation modern training facilities in the russian federation

V. V. Belov*, D. A. Vodichenkov**, N. N. Vlasov*

*Ryazan State Radio Engineering University
Gagarin str., 59/1, Ryazan, Russia, 390005

**Mikhailovskaya Military Artillery Academy
Komsomol str., 22, St. Petersburg, Russia, 195009,

e-mail: vobeloff@yandex.ru, ya.kb15@yandex.ru, z-elements@yandex.ru

Abstract. The creation of simulators and training facilities for operators of heavily loaded systems is an important and urgent task. The use of training facilities allows controlled and personalized learning process, trains, and organizes the working memory to perform important tasks, including in emergency situations, as well as to create a stable system of training and interaction at all levels of decision-makers. The article presents the principles of construction and types of training facilities used in different areas, sets out classification, the peculiarities of various simulators, the basic principles of modern simulators for special purposes.

Key words: the development of modern training system, types of training system, conceptual issue, training on modern training systems

References

- [1] Litvinenko A. A. (2012) Analiz sostojanija rossijskogo rynka aviacionnyh tehničkih sredstv obuchenija. In Inetr. Conf. Aviatrenazhery, uchebnye centry i aviapersonal-2012, pp. 5–8. [In Rus]
- [2] Reshetnikov V. N. (2010) Kosmicheskie telekommunikacii. Sistemy sputnikovoj svjazi i navigacii. Leningradskoe izd-vo. [In Rus]
- [3] Liskin V. M. (2011) Razrabotka i proizvodstvo uchebno-trenirovochnyh sredstv dlja boevyh raschetov, jekspluatirujushhijh vooruzhenie i voennuju tehniku PVO Associacija «Liga sodejstvija oboronnyh predpriyatijam». [In Rus]
- [4] <http://avia.transas.com>
- [5] <http://www.testenergo.ru>
- [6] Ivanov S. V. (2001) Raketno-artillerijskoe vooruzhenie suhoputnyh vojsk. Jenciklopedija XXI vek. Oruzhie i tehnologii Rossii. [In Rus]
- [7] Sokolov A. I. Sostojanie i perspektivy razvitija UTS; <http://warfiles.ru>
- [8] Sigitov V. V., Sokolov V. N. (2009) Trenazhery CKBA. Grif i K. [In Rus]
- [9] Reshenie (2012) Perspektivy obespečenija tehničkimi sredstvami obuchenija podgotovki vojsk (sil), organov upravlenija taktičeskogo zvena suhoputnyh, vozdušno-desantnyh vojsk i beregovyh vojsk VMF na period do 2020, Tula, pp.10–12. [In Rus]
- [10] Kolcov S. E. (2012) Rezul'taty rabot po dopusku v jekspluataciju novyh trenazherov dlja podgotovki aviapersonala grazhdanskoj aviacii. In Intern. Conf. Aviatrenazhery, uchebnye centry i aviapersonal-2012, pp. 8–10. [In Rus]