

УДК 004.946

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ И ОПЫТ СОЗДАНИЯ ТРЕНАЖЕРА ОПЕРАТИВНО-ТАКТИЧЕСКОГО РАКЕТНОГО КОМПЛЕКСА

В. М. Кашин, д.т.н., генеральный конструктор АО «НПК «КБМ», профессор МГТУ им. Баумана; kbm-kbm@mail.ru

В. В. Белов, д.т.н., профессор кафедры ВПМ РГРТУ; vvbeloff@yandex.ru

Н. Н. Власов, аспирант РГРТУ; z-elements@yandex.ru

Д. А. Водиченков, соискатель МВАА г. Санкт-Петербург; ya.kb15@yandex.ru

Тренажеры и учебно-тренировочные средства предназначены для подготовки специалистов к выполнению операций управления сложными техническими системами. Разрабатываемые учебно-тренировочные средства помогают осуществлять теоретическую и практическую подготовку специалистов в различных областях деятельности, обучать их как стандартным процедурам управления техникой, так и действиям при возникновении нештатных (аварийных) ситуаций. В статье излагаются принципы построения и разновидности учебно-тренировочных средств, используемых в разных сферах — приводятся типы учебно-тренировочных средств, рассмотрены особенности тренажеров различных типов, сформулированы основные принципы построения современных тренажеров специального назначения, использованные при создании первого тренажера (индекс изделия 9Ф694-Э) для подготовки экипажей самоходной пусковой установки (индекс изделия 9П78-1) оперативно-тактического ракетного комплекса (ОТРК) «Искандёр» (индекс комплекса 9К720). Проектные решения, реализованные в 9Ф694-Э, продуктивно используются при создании нового тренажера комплекса 9К720 в целом, включающего и объединяющего тренажеры для экипажей пяти из шести типов машин, входящих в комплекс (машина жизнеобеспечения экипажа не имеет).

Целью работы является рассмотрение принципов построения учебно-тренировочных средств и изложение опыта создания тренажера важнейшей подсистемы (самоходной пусковой установки) ОТРК «Искандёр».

Ключевые слова: учебно-тренировочные средства (УТС), типы, структура, статические и динамические тренажеры, тренажер 9Ф694-Э.

DOI: 10.21667/1995-4565-2016-57-3-94-104

Введение

Разработкой учебно-тренировочных средств (УТС) занимаются организации по всему миру. 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. Показателен факт: 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.

Использование учебно-тренировочных средств в процессе поддержания на высоком уровне навыков персонала, занятого обслуживанием и эксплуатацией сложного оборудования,

обеспечивает существенную экономию материальных и финансовых средств, хотя привлекательность использования УТС не ограничивается только экономическими соображениями: их применение позволяет обеспечить высокое качество обучения.

В настоящее время в России особо актуальной является задача создания тренажеров боевой техники для подготовки персонала. [2].

Во-первых, использование учебно-тренировочных средств 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.

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].

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.

Постановка задачи

На вооружение министерства обороны РФ принят комплекс «Искандёр-М» (индекс комплекса – 9К720, по классификации МО США и НАТО – SS-26 Stone, англ. Камень) [4, 5]. Комплекс разработан в Коломенском КБ Машиностроения (КБМ). И сразу же возникла задача создания учебно-тренировочного средства для подготовки экипажей самоходной пусковой установки (9П178-1). Указанная задача, в решении которой принимали участие авторы настоящей статьи, решалась с учетом опыта разработки УТС как в военной, так и гражданской сферах. Целью настоящей статьи является рассмотрение принципов построения учебно-тренировочных средств и изложение структурных, организационных и технических решений, использованных при создании тренажера 9Ф694-Э, ориентированного на подготовку экипажей пусковой установки 9П178-1-Э экспортного варианта комплекса Искандер-Э.

В данной статье приведены примеры существующих тренажерных систем, рассмотрены принципы построения УТС. Выбор УТС осуществлен таким образом, чтобы показать лучшие направления в тренажеростроении.

Классы и основные элементы УТС

Всё множество УТС различного назначения принято делить на два больших класса: статические и динамические. При этом основанием классификации (свойством, по которому осуществляется разделение объектов на классы) является принцип крепления элементов тренажеров: «По принципу крепления, то есть в зависимости от того, закреплены ли они неподвижно или могут перемещаться, тренажеры делятся на

статические и динамические» [6].

Статические УТС – характерны тем, что в них отсутствует математическая модель процессов, происходящих в оборудовании и окружающей среде.

Динамические УТС – характерны тем, что в них существует математическая модель процессов.

Более подробно различия этих типов УТС рассмотрим далее.

Естественная эволюция тренажеров привела к тому, что практически неотъемлемой составляющей динамических УТС стали компьютеры с программами, реализующими математические или имитационные модели окружающей среды и внутреннего состояния изучаемого (осваиваемого) оборудования (изделия). Управление элементами тренажера на основе математического и/или имитационного моделирования реальных процессов позволяет достичь следующих принципиальных эффектов: 1) максимальное приближение результатов симуляции к реальным будущим условиям работы обучаемых специалистов; 2) возможность изучения (освоения) обучаемыми нескольких операций на одном и том же оборудовании; 3) возможность симуляции всего потенциального многообразия ситуаций, в которых могут оказаться обучаемые в реальной практике, включая чрезвычайные ситуации.

Принципиально новые возможности открыло применение компьютеров с моделирующими программами в тренажерах, не связанных с транспортом, в частности в области атомной энергетики, электро- и теплогенерации, химического и пищевого производства. В указанных областях признаком динамичности УТС является использование математической / имитационной модели физических процессов и событий [7]. УТС без моделирования процессов считается статической. Таким образом, в настоящее время можно утверждать, что основанием деления УТС на статические и динамические является признак отсутствия / наличия модели, с помощью которой симулируется система внешних и внутренних процессов, ассоциированных с осваиваемым оборудованием.

Статические УТС предназначены для демонстрации, отработки и проверки освоения определенных порядков действий обучаемых в фиксированных внешних и внутренних условиях.

Данные тренажеры, как правило, включают в себя только персональные компьютеры и специальное программное обеспечение либо только реальные блоки изучаемого оборудования без наличия имитационных частей. Структура статических УТС показана на рисунке 1.

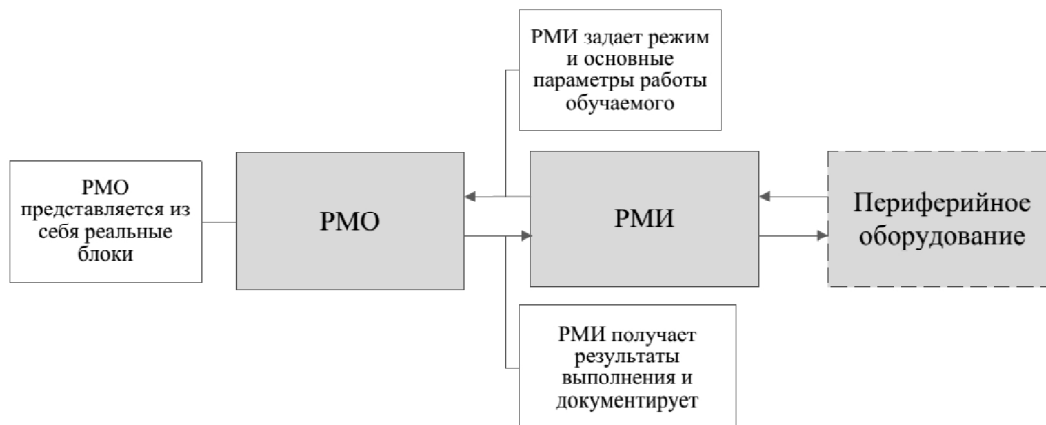


Рисунок 1 – Структура статических UTC

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.

Динамические UTC. Структура динамических UTC показана на рисунке 2.

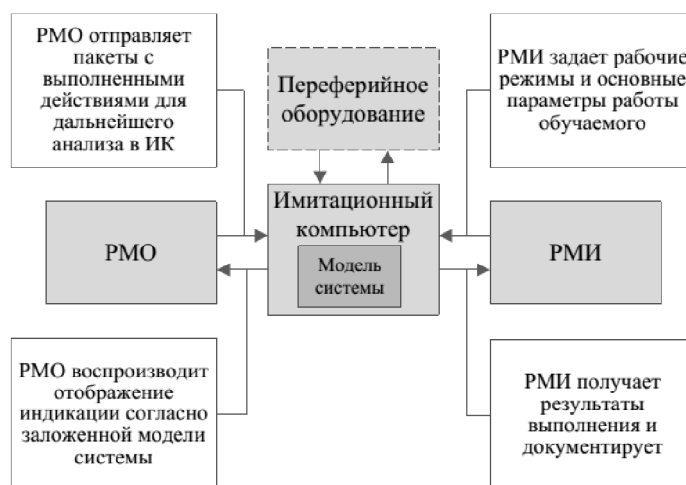


Рисунок 2 – Структура динамических UTC

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, ре-

листично отображает взаимодействие компонентов и систем моделируемого процесса. Это наиболее важная часть тренажерной системы, от степени приближенности модели системы к реальному объекту или ситуации зависит качество получаемых навыков.

Рабочее место обучаемого (РМО) позволяет обучающемуся манипулировать органами управления способом, приближенным или идентичным используемому в реальном процессе. Динамический отклик тренажера должен быть максимально приближен к отклику систем и компонентов реального объекта.

Рабочее место инструктора (РМИ) интерфейс инструктора позволяет управлять работой

тренажера, выбирать сценарий тренировки и начальное состояние имитируемого процесса, вводя свои моделируемого процесса или его компонентов либо изменяя внешние факторы. Часть функций инструктора может автоматически выполнять и сам имитационный компьютер.

Периферийное оборудование включает в себя принтеры, панели аварийной сигнализации и любое другое оборудование, необходимое для повышения реалистичности моделируемой окружающей обстановки или документирования процесса тренировки, может отсутствовать в тренажерной системе.

Примеры 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 рисунке 3.



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) [8].

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 области электроэнергетики используются УТС электростанций и сетей, производимые ЗАО «ТЭСТ», – полномасштабные комплексные тренажеры, в которых с высокой степенью подобия воспроизводятся реальные рабочие места групп 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 [9].

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.

УТС для ракетных комплексов

Первые УТС для подготовки расчетов ракетных комплексов 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 интуитивно оценивал действия расчета, что обуславливало неизбежную субъек-

тивность выставляемых оценок.

Примером построения УТС на основе штатных блоков и систем являются комплексные классные тренажеры 9Ф625-1 и 9Ф25, предназначенные для обучения и тренировки расчетов изделия 9П129-1М (пусковая установка), позволяющие вырабатывать навыки по выполнению предстартовых проверок ракет комплексов 9К79, 9К79-Р, 9К79-1, их прицеливания и пуска с различных степеней готовности. Комплекс 9К79 (условное название «Точка», индекс ГРАУ – 9К79 – тактический ракетный комплекс дивизионного (с конца 1980-х годов армейского) звена, разработанный Коломенским КБ машиностроения под руководством Сергея Павловича Непобедимого). Имеет модификации 9К79-Р, 9К79-1, отличающиеся точностью и дальностью стрельбы.

Тренажер состоит из следующих компонентов [10]:

- ✓ кабина пусковая установки с размещенными на ней имитаторами:
 - наземной контрольно-пусковой аппаратуры;
 - аппаратуры средств прицеливания;
 - аппаратуры системы топопривязки и навигации;
 - аппаратуры управления механизмами и электрооборудования пусковой установки;
- ✓ пульт обучающегося;
- ✓ агрегат питания;
- ✓ переговорное устройство;
- ✓ комплект кабелей;
- ✓ комплект одиночного ЗИП;
- ✓ комплект документации.

Как показала практика, классические УТС 9Ф625-1 и 9Ф25 достаточно эффективно формируют у личного состава ракетных комплексов 9К79, 9К79-Р, 9К79-1 основные профессиональные навыки:

- выполнение предстартовых проверок ракет;
- прицеливание ракет;
- пуск ракет с различных степеней готовности.

В то же время, за рамками возможностей указанных тренажеров оказывается оценка сформированных компетенций, позволяющих успешно выполнять боевую задачу при всевозможных изменениях условий работы экипажа пусковой установки, включая деструктивные внешние воздействия, а также частичные отказы в работе подсистем комплекса.

Ограниченность набора формируемых компетенций и отсутствие механизмов оценивания качества учебного процесса является существенным недостатком классических УТС.

Современные УТС представляют собой компьютерные системы с развитым программ-

ным обеспечением. Можно выделить следующие группы современных систем обучения для экипажей ракетных комплексов:

- средства технической подготовки;
- средства индивидуальной боевой подготовки членов экипажа;
- средства отработки взаимодействий:
 - ✓ взаимодействия внутри экипажа;
 - ✓ тактического взаимодействия подразделений для совместных действий на едином виртуальном полигоне;
 - ✓ стратегического взаимодействия с другими родами войск.

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

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 рисунке 4.

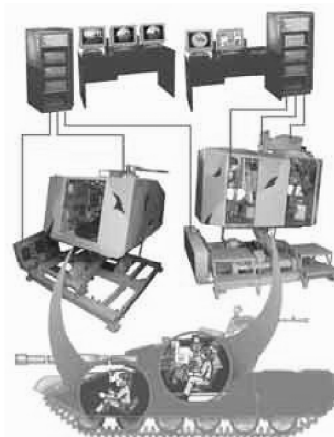


Рисунок 4 – Средства технической подготовки

Средства индивидуальной боевой подготовки членов экипажа включают тренажеры различной степени сложности: динамические, статические [11].

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

К статическому тренажеру настольного типа относится тренажер 9Ф660-2 операторов ПТРК «Корнет», предназначенный для подготовки операторов, поддержания и совершенствования

их профессиональных навыков.

В состав 9Ф660-2 входят имитаторы:

- визирного канала;
- механизмов наведения;
- пуска выносной пусковой установки;
- пульта оператора.

Рабочее место оператора представлено двумя вариантами – для стрельбы из положения «сидя» и «лежа».

Рабочее место инструктора обеспечивает:

- проверку работоспособности аппаратуры тренажера;
- управление режимами работы тренажера;
- формирование и ведение журнала обучаемых;
- управление параметрами учебно-информационной модели и формирование задач обучения;
- формирование и вывод на экран видеомонитора информации о результатах обучения.

Связь пультовой аппаратуры и ПЭВМ выполнена через модуль удаленного сбора данных и управления.

«Стрельба» на тренажере сопровождается зрительными и звуковыми эффектами, сопутствующими стрельбе из комплекса: запыление местности, задымление ракеты, звук схода ракеты, звуковым фоном «боя».

Динамические тренажеры, военного назначения, предназначены для членов экипажа построены по единому принципу и состоят из следующих основных компонентов [12]:

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

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 рисунке 5.

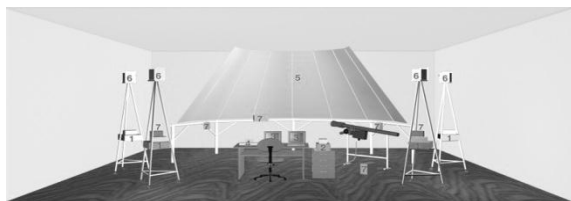


Рисунок 5 – Динамический тренажер 9Ф859 стрелков-зенитчиков ПЗРК

Обучение проводится с имитацией внешней тактической обстановки средствами компьютер-

ной графики на экране в учебном классе.

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

Перспективные УТС

Принципиально новым тренажерным комплексом, предназначенным для отработки взаимодействия экипажей, является тренажер 9Ф694-Э (рисунок 6), который имитирует работу расчета изделия 9П78-1-Э, и обучает специалистов-ракетчиков. 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 9П78-1-Э. Создан по динамическому принципу построения УТС.



Рисунок 6 – Тренажер 9Ф694-Э

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 9Ф694-Э является способность периодического совершенствования навыков, приобретенных ранее в процессе обучения.

Состав тренажера 9Ф694-Э

Внешний вид тренажера 9Ф694-Э показан на рисунке 6 состоит из следующих компонент:

- имитатор изделия 9П78-1-Э с размещенными в нем имитаторами систем и блоков (рисунок 7);
- аппаратура средств обучения и управления процессом обучения;
- комплект кабелей.

В основу построения тренажера 9Ф694-Э положены современные требования по комплексному построению обучения, для которого характерны следующие уровни:

- одиночная подготовка номеров расчета;
- подготовка в составе экипажа изделия 9П78-1-Э;
- подготовка в составе подразделения вышестоящего звена управления.



Рисунок 7 – Внутренний вид имитатора изделия

Разработана схема взаимодействия составных частей тренажера и показана на рисунке 8.

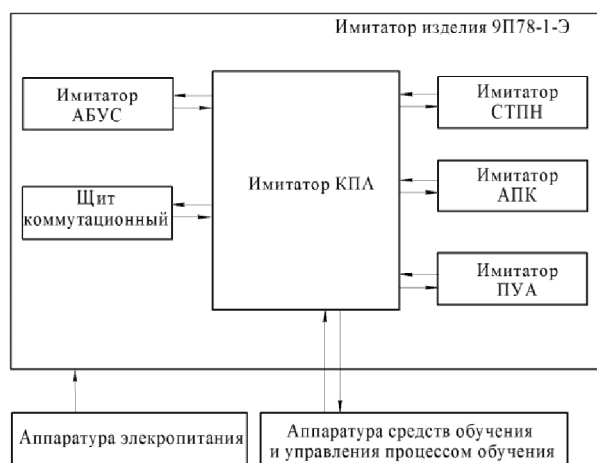


Рисунок 8 – Схема взаимодействия составных частей тренажера 9Ф694-Э

Имитатор АБУС (аппаратура боевого управления и связи) организует прием данных от АСО и УПО (аппаратуры средств обучения и управления процессом обучения) их обработку и передачу на имитатор КПА (контрольно пусковая аппаратура).

Щит коммутационный предназначен для обеспечения соединений цифровой и аналоговой линий связи между АСО и УПО и имитатором изделия 9П78-1-Э.

Имитатор КПА является главным звеном в работе имитатора изделия 9П78-1. Он состоит из следующих элементов:

- наземный спецвычислитель;
- пульт управления и индикации;
- выносной пульт;
- блок электроники ПУИ;
- блок команд и донесений;
- прибор силовой коммутации.

Имитатор НСВ (наземный спецвычислитель) является главной рабочей станцией имитатора изделия 9П78-1-Э, которая рассчитывает и строит алгоритм работы всей системы по принятым данным от АСО и УПО, а также реализует выдачу данных в ПЭВМ инструктора.

Имитатор системы топографической привязки и навигации (СТПН) имитирует:

- автоматическое определение и индикацию текущих координат, дирекционных углов и высот расположения изделия 9П78-1-Э;
- хранение координат и высоты расположения изделия 9П78-1-Э (в том числе при снятии электропитания), автоматическую передачу топографических данных (координат, дирекционного угла, высоты расположения) в имитатор КПА;
- определение дирекционного угла на пункт назначения и расстояния до этого пункта для вывода изделия 9П78-1-Э в заданный район;

Имитатор АПК (агрегат питания и кондиционирования) обеспечивает обучение и тренировку расчета операциям по управлению агрегатом питания.

Имитатор ПУА (пульт управления антеннами) реализует имитацию работы через имитатор НСВ который входит в состав имитатора КПА.

Аппаратура электропитания тренажера обеспечивает электропитание всех имитаторов тренажера с качеством по ГОСТ 13109.

Аппаратура средств обучения и управления процессом обучения конструктивно выполнена на основе единой цифровой ЭВМ управления процессом обучения.

Задачи тренажера 9Ф694-Э

Тренажер 9Ф694-Э выполняет следующие задачи [13]:

- проведение всех предстартовых операций по проверке и подготовке изделий к применению, выполняемых расчетом в кабине изделия;
- операции перевода изделия 9П78-1-Э 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 неисп-

равностей, предусмотренных эксплуатационной документацией на изделие 9П78-1-Э, выполняемые расчетом в кабине;

- контроль и оценка деятельности обучаемых в процессе тренировки;
- автоматическая оценка результатов работы обучаемых при выполнении зачётных задач.

Концептуальные положения при построении 9Ф694-Э

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 человеком-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.

Использование динамического принципа построения тренажёрных систем позволило создать программное обеспечение АСО и УПО, осуществляющее управление учебным процессом на всех его стадиях: обучение, тренировка, самоподготовка, контрольные упражнения, зачет.

Аппаратная реализация АСО и УПО включает компьютерный комплекс со специальным программным обеспечением и аппаратуру подго-

товки данных. Информационные потоки между АСО и УПО и имитатором изделия (ИИ) 9П78-1-Э представлены на рисунке 9. Как видно из состава передаваемых данных, АСО и УПО выполняет следующие функции:

- ввод и передача в аппаратуру ИИ исходных данных на выполнение задачи;
- подготовка, формирование и передача данных в имитатор АБУС;
- ввод и передача в аппаратуру ИИ имитируемых неисправностей в ходе выполнения задачи;
- прием от аппаратуры ИИ данных по работе номеров расчета их обработка и вывод на интерфейс АСО и УПО;
- формирование управляющих сигналов и передача их в аппаратуру ИИ на пошаговое выполнение задачи (режим «Обучение»);
- формирование управляющих сигналов и передача их в аппаратуру ИИ на цикличное выполнение элементов задачи (режим «Тренировка»);
- обработка полученных данных в ходе выполнения боевой задачи с целью формирования оценки каждому из номеров расчета и расчету в целом (режим «Контроль»);
- сохранение результатов тренировки в базе данных АСО и УПО и вывод их на печатающее устройство;
- организация обмена аудио информацией между инструктором и номерами расчета;
- обработка полученных данных от ИИ о проведении самотестирования аппаратуры и вывод результатов через интерфейс АСО и УПО (режим «Тест»).

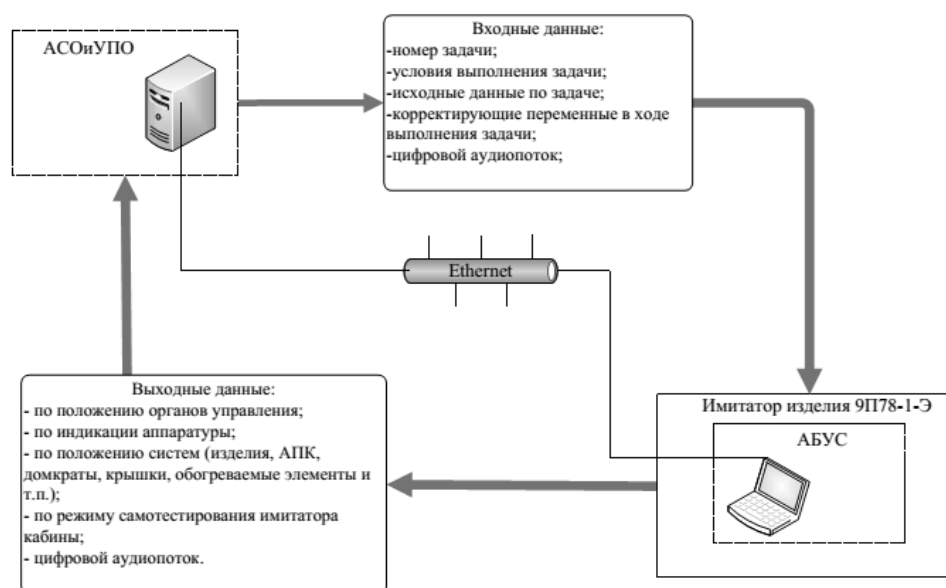


Рисунок 9 – Схема организации информационных потоков между АСО и УПО и ИИ 9П78-1-Э

Заключение

Общий и частный опыт создания динамических УТС. Большинство современных тренажерных систем являются сложными программно-аппаратными комплексами, выполняющими функции, свойственные классу динамических УТС. Именно такой вариант реализации обеспечивает максимальную эффективность подготовки высококвалифицированного специалиста. Преимуществами компьютерных тренажеров является их невысокая стоимость, по сравнению со штатными изделиями, доступность и ремонтпригодность [14].

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.

Тренажер 9Ф694-Э является одной из первых разработок в Российской Федерации, направленных на создание тренажеров нового поколения, позволяющих готовить профессиональные расчеты боевых машин. Созданный тренажер позволяет повысить слаженность работы экипажа в условиях, имитирующих реальные условия, в которых осуществляется выполнение боевой задачи, а также позволяет отработать взаимодействие как внутри экипажа, так и с вышестоящим командиром, которым в процессе обучения является инструктор.

Данный класс УТС, позволяющий готовить профессиональные расчеты боевых машин ОТРК «Искандер-Э» находится в стадии интенсивного развития. Предполагается создание в короткие сроки единой системы учебно-тренировочных средств всего комплекса 9К720-Э *в целом*. При этом программное и аппаратное обеспечения тренажера 9Ф694-Э используются в качестве прототипа, упрощающего процессы составления функциональных спецификаций, принятия проектных решений, разработки пользовательского интерфейса и программной реализации.

Практическая значимость приводимых в настоящей статье сведений состоит в том, что они отражают положение дел в сфере создания динамических тренажеров как в гражданской сфере, так в одной из важнейших военных сфер – создании тренажеров для оперативно-тактических ракетных комплексов. Приводимые архитектурные решения, функции и схемы взаимодействия составных частей тренажера 9Ф694-Э, организация информационных потоков

между автоматизированной системой обучения и управления процессом обучения и имитатором изделия 9П78-1-Э, могут использоваться в процессе принятия проектных решений при создании аналогичных по назначению УТС.

Новизна и оригинальность идей настоящей статьи определяются тем, что в ней содержится описание учебно-тренировочного средства, созданного *впервые* для основной компоненты (самоходной пусковой установки 9П78-1-Э) комплекса 9К720, чрезвычайно важной отечественной системы вооружений – оперативно-тактического ракетного комплекса «Искандер» (изделие 9К720-Э). Архитектурные решения, включая состав элементов и организацию взаимодействия между ними, перечень решаемых задач УТС оригинальны, поскольку не имеют прототипов.

Наиболее существенный авторский вклад. Программное обеспечение основной составной части тренажера – аппаратуры средств обучения и управления процессом обучения – разработано одним из авторов статьи – Власовым Н.Н., в рамках успешно завершенной ОКР.

Библиографический список

1. Литвиненко А. А. Анализ состояния российского рынка авиационных технических средств обучения // Авиатренажеры, учебные центры и авиAPERсонал-2012: IV Междунар. конф. М.: Динамика, 2012. С. 5 – 8.
2. Бюшгенс А. Г. Современные тренажерные технологии в России // Аэрокосмический курьер. 2010. № 5. С. 10 – 14.
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. Искандер (ОТРК) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Искандер_\(ОТРК\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Искандер_(ОТРК)) – Режим доступа: свободный.
5. Гаравский А. «Искандер» звучит грозно // . Красная звезда, 25 июля 2012, полоса 1.
6. Митчел Р. Шарп. Человек в космосе: пер. с англ. / М. И. Рохлина и Л. А. Сливко; под ред. и с предисл. д-ра мед. наук проф. С. М. Городинского. – М.: Мир. – 1970. – 200 с. – (Сер. В мире науки и техники).
7. Донской А. Н. Тренажеры на базе ЭВМ для оперативного персонала ТЭЦ // Энергетик. 1995. № 5. С. 28.
8. Транзас Авиация [Электронный ресурс]. URL: <http://avia.transas.com> – Режим доступа: свободный.
9. Тренажеры электрических станций и сетей («ТЭСТ») [Электронный ресурс]. URL: <http://www.testenergo.ru> – Режим доступа: свободный.

10. **Иванов С. В.** Ракетно-артиллерийское вооружение сухопутных войск. Энциклопедия XXI век. Оружие и технологии России. М.: 2001. 688 с.

11. **Соколов А. И.** Состояние и перспективы развития УТС. [Электронный ресурс]. URL: <http://warfiles.ru> – Режим доступа: свободный.

12. **Сигитов В. В., Соколов В. Н.** Тренажеры ЦКБА. Тула: Гриф и К., 2009. – 60 с.

13. 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.

14. **Кольцов С.Е.** Результаты работ по допуску в эксплуатацию новых тренажеров для подготовки авиаперсонала гражданской авиации // Авиатренажеры, учебные центры и авиаперсонал-2012: IV Междунар. конф. М.: Динамика, 2012. С. 8-10.

UDC 004.946

PRINCIPLES OF TRAINING FACILITIES CONSTRUCTION AND THE EXPERIENCE OF CREATING SIMULATOR OPERATIONAL-TACTICAL MISSILE COMPLEX

V. M. Kashin, Chief designer JSC «KBM» (PhD.), professor, BMSTU, Moscow; kbm-kbm@mail.ru

V. V. Belov, PhD (technical sciences), professor, RSREU, Ryazan; vvbeloff@yandex.ru

N. N. Vlasov, post-graduate student, RSREU, Ryazan, z-elements@yandex.ru

D. A. Vodichenkov, applicant, MMAA, St.-Petersburg; ya.kb15@yandex.ru

Simulators and training aids are designed to prepare professionals to perform complex technical systems management operations. The developed training aids to help implement theoretical and practical training of specialists in various fields, to teach them to use both standard equipment management procedures and actions in case of emergency situations. The article describes the principles of construction and variety of training tools used in different spheres, sets out the types of training aids, the features of simulators of various types, formulates basic principles of modern exercise machines for special purposes, used in the creation of the first simulator (product index 9F694-E) for training of self-propelled launcher crew (index 9P78-1 products) of operational-tactical missile complex (PTRC) "Iskander" (9K720 complex index). Design solutions implemented in 9F694-E, are productively used when creating a new simulator complex 9K720 as a whole, including and combining simulators for crews of five of the six types of machines, included in the complex (crew life support machine has not).

The purpose of this work is to consider the principles of training facilities construction and to present the experience of major subsystem simulator creation (self-propelled launcher) PTRC "Iskander".

Key words: training facilities (TCB), types, structure, static and dynamic simulators, simulator 9Ф694-Alicesme simulators, simulator 9Ф694-E.

DOI: 10.21667/1995-4565-2016-57-3-94-104

References

1. **Litvinenko A. A.** Analiz sostojanija rossijskogo rynka aviacionnyh tehničeskikh sredstv obuchenija. Aviatrenazhery, učebnye centry i aviapersonal-2012: IV Meždunar.konf. M.: Dinamika, 2012, pp. 5-8 (in Russian).

2. **Bjushgens A. G.** Sovremennye trenazhernye tehnologii v Rossii. Ajerokosmicheskij kur'er. 2010. no. 5, pp. 10 – 14. (in Russian).

3. **Liskin V. M.** Razrabotka i proizvodstvo učebno-trenirovočnyh sredstv dlja boevyh raschetov, jekspluatirujushhih vooruzhenie i voennuju tehniku PVO M.: NO «Associacija «Liga sodejstvija oboronnyh predpriyatijam», 2011. 504 p. (in Russian).

4. Iskander (OTRK) [Jelektronnyj resurs]. URL:

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%B A%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D1%80_\(% D0%9E%D0%A2%D0%A0%D0%9A\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%B A%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D1%80_(% D0%9E%D0%A2%D0%A0%D0%9A)) (in Russian).

5. **Garavskij A.** «Iskander» zvuchit grozno. Krasnaja zvezda, 25 ijulja 2012, pp. 1. (in Russian).

6. **Mitchel R. Sharp.** Chelovek v kosmose: per. s angl. / M. I. Rohlina i L. A. Slivko; pod red. i s predisl. d-ra med. nauk prof. S. M. Gorodinskogo. M.: Mir. 1970. 200 p. (Ser. V mire nauki i tehniki). (in Russian).

7. **Donskoj A. N.** Trenazhery na baze JeVM dlja operativnogo personala TJeC. Jenergetik. 1995. no. 5, pp. 28. (in Russian).

8. Tranzas Aviacija[Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa:<http://avia.transas.com>, svobodnyj. (in Russian).

9. Trenazhery jelektricheskikh stancij i setej («TesT») [Jelektronnyj resurs] – Rezhim dostupa:

<http://www.testenergo.ru, svobodnyj.> (in Russian).

10. **Ivanov S. V.** Raketno-artillerijskoe vooruzhenie suhoputnyh vojsk. Jenciklopedija XXI vek. Oruzhie i tehnologii Rossii. M.:2001. 688 p. (in Russian).

11. **Sokolov A. I.** Sostojanie i perspektivy razvitija UTS. [Jelektronnyj resurs]. URL: <http://warfiles.ru> - Rezhim dostupa: svobodnyj. (in Russian).

12. **Sigitov V. V., Sokolov V. N.** Trenazhery CKBA. Tula: Grif i K., 2009. – 60 p. (in Russian).

13. Perspektivy obespechenija tehnikeskimi sredstvami obuchenija podgotovki vojsk (sil), organov

upravlenija takticheskogo zvena Suhoputnyh, Vozdushno-desantnyh vojsk i beregovyh vojsk VMF na period do 2020 goda: Reshenie. Materialy VI Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Tula: OAO «Trenazhernye sistemy», 2012. pp. 10-12 (in Russian).

14. **Kolcov S. E.** Rezul'taty rabot po dopusku v jekspluataciju novyh trenazherov dlja podgotovki aviapersonala grazhdanskoj aviicii. Aviatrenazhery, uchebnye centry i aviapersonal-2012: IV Mezhdunar. konf. M.: Dinamika, 2012. pp. 8-10 (in Russian).