

Учебно-тренировочные средства радиоэлектронных систем управления космическими аппаратами

И. А. Козин, С. Н. Святкин, Н. И. Соловьев
Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского

Аннотация. Рассмотрена структура предполагаемого учебно-тренировочного средства радиоэлектронной системы управления космическими аппаратами. Для повышения качества подготовки эксплуатирующего персонала радиоэлектронной системы управления космическими аппаратами предложено применять комплексные учебно-тренировочные средства на основе компьютерных тренажеров с клиент-серверной архитектурой, использующих технологию «тонкий клиент».

Ключевые слова: учебно-тренировочное средство; радиоэлектронная система; компьютерный тренажер

I. ВВЕДЕНИЕ

Современное состояние и перспективы развития радиоэлектронных средств наземных комплексов управления космическими аппаратами социально-экономического назначения, внедрение новых технологий радиоуправления и информационного обмена обуславливают необходимость непрерывного совершенствования специалистов по эксплуатации радиоэлектронных систем (РЭС). Подготовка таких специалистов ведется в учебных заведениях, реализующих программы подготовки по радиотехническим специальностям. В сфере профессионального образования качество результатов образовательной деятельности определяется достижением определенных компетенций в рамках которых специалисты должны приобрести необходимый для решения практических задач эксплуатации сложных радиоэлектронных систем багаж знаний, навыков и умений. Качество подготовки специалистов существенным образом зависит от качества реализации образовательного процесса, которое определяется с одной стороны содержательной стороной учебного процесса, а с другой стороны его обеспеченностью различными техническими элементами учебно-материальной базы, информационными и кадровыми ресурсами [1].

Одним из направлений, позволяющих повысить качество образовательного процесса при подготовке специалистов по эксплуатации радиоэлектронных систем, является внедрение новых информационных технологий. «Новые информационные технологии» это в определенном смысле широкое понятие применимое и реализуемое в различных практических приложениях. Термин «новые» в

данном контексте выделяет использование принципиально нового, отличающегося от общепринятого, подхода к реализации информационной технологии в образовании. Внедрение новых информационных технологий существенно изменяет содержания некоторых видов деятельности в образовательных учреждениях и организациях [2].

II. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КА

Одним из самых эффективных способов совершенствования учебного процесса является создание учебно-тренировочных средств (УТС) имитирующих работу штатных образцов радиоэлектронных систем. Использование УТС в процессе обучения специалистов эксплуатационников обладает рядом преимуществ. На штатных образцах РЭС непрерывно находящихся в контуре управления КА не всегда возможно контролировать действия обучаемых, наглядно и доступно проводить занятия по изучению отдельных систем и их элементов, осуществлять теоретическую и практическую подготовку специалистов, обучать их как стандартным процедурам управления техникой, так и действиям при возникновении нештатных ситуаций. УТС должны обеспечить изучение принципов функционирования и действия РЭС, существующих норм в области безопасной эксплуатации РЭС, совершенствование и поддержание профессиональных компетенций направленных на выполнение сложных технологических операций на всех этапах технической эксплуатации и применения систем и комплексов РЭС по их назначению.

В докладе рассматривается структура предполагаемого учебно-тренировочного средства наземной радиоэлектронной системы управления КА входящей в состав средств наземного комплекса управления КА. В настоящее время наземный комплекс управления (НКУ), образующий наземную группировку технических средств, представляет собой организационно-техническую структуру, ключевыми элементами которой являются наземные РЭС и средства автоматизации решающие задачи командно-программного, навигационно-баллистического и информационно-телеметрического обеспечения управления КА в составе контура управления орбитальной группировкой КА.

Анализ современного состояния и возможных направлений развития и совершенствования средств и методов подготовки эксплуатирующего персонала средств НКУ показывает, что их качественную подготовку целесообразно осуществлять в настоящее время с использованием современных технических средств подготовки и обучения, в частности УТС. При использовании УТС снижаются затраты на подготовку специалистов, подготовка с использованием учебных технических средств обходится существенно дешевле, чем использование при обучении штатных РЭС. В результате в настоящее время возникает объективная необходимость в переходе от традиционно используемых подходов к обучению специалистов к новым подходам основанным на реализации в образовательном процессе современных компьютерных информационных технологий, позволяющих поддерживать уровень профессиональной компетенции эксплуатирующего РЭС персонала на должном уровне. Особенно остро проблема внедрения компьютерных учебно-тренировочных средств стоит при подготовке персонала, эксплуатирующего РЭС управления КА, во-первых, вследствие того, что РЭС являются одним из основных классов средств реализующих полный технологический цикл управления КА, несущим основную нагрузку по решению задач управления КА, во-вторых, вследствие характера применения РЭС и необходимости их постоянного поддержания в состоянии готовности к проведению сеансов управления КА в соответствии с суточным планом их задействования [3].

Основная сложность подготовки эксплуатирующего персонала расчетов РЭС управления КА состоит в том, что они постоянного в течение дежурства находятся на своих рабочих местах и выполняют задачи в соответствии с суточным планом задействования, при этом РЭС поддерживаются в состоянии технологической готовности к проведению сеансов управления КА. Тем самым существенно ограничиваются возможности проведения занятий и тренировок непосредственно на штатных средствах РЭС управления КА, которые не могут быть полноценно заменены изучением конструкторской и эксплуатационной документации, стендов и плакатов в классах специальной подготовки.

В то же время роль эксплуатирующего персонала и уровня профессиональной их подготовки в процессе эксплуатации и применения современных РЭС управления КА объективно повышается, что обусловлено:

- ролью РЭС управления КА в обеспечении целевого применения КА, как единственного класса средств, выполняющих сеансы управления КА;
- все более возрастающей динамикой процессов управления КА и операций, выполняемых в ходе сеансов управления, как при реализации стандартных технологических циклов управления, так и при возникновении нештатных ситуаций;
- существенными изменениями в характере деятельности эксплуатирующего персонала наземных РЭС управления КА в связи с увеличением их сложности, внедрением в их

структуру информационно-управляющих комплексов и автоматизированных систем контроля (АСК);

- повышением цены ошибки эксплуатирующего персонала РЭС при подготовке и проведении сеансов управления КА с длительными сроками активного существования;
- особым характером каждой возникающей нештатной ситуации при подготовке и проведении сеанса управления КА, увеличением частоты возникновения нештатных ситуаций при усложнении задач управления КА и эксплуатации наземных РЭС с длительными сроками эксплуатации.

Главная задача при планировании и организации подготовки эксплуатирующего персонала средств ГИКЦ состоит в правильном выборе учебно-материальной базы и управляющих воздействий на обучаемых с целью поддержания их функциональных характеристик на требуемом уровне и при необходимости их восстановления в установленные сроки. При этом возможности управления процессом обучения по достижению требуемых показателей качества деятельности, обучаемых определяются как характеристиками отдельных структурных элементов системы подготовки в целом, так и их научно-обоснованным применением, и пространственно-временным взаимодействием.

Принципы построения системы управления подготовкой эксплуатирующего персонала РЭС управления КА, реализующих предъявляемые к ним требования, должны учитывать [4]:

- состав, структуру и форму представления исходной информации для организации управления качеством деятельности операторов РЭС;
- структуру контура управления КА;
- организацию процесса управления РЭС во всех режимах работы и условиях обстановки.

III. СТРУКТУРА УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ РЭС

В общем виде структура комплекса УТС может быть представлена на рис. 1. В конкретной реализации УТС могут быть представлены не все элементы, указанные на рис. 1, либо различные элементы УТС могут быть объединены. Так, в частности, при разработке УТС средств наземного комплекса управления КА конструктивная часть комплекса может представлять собой комплекс электронно-вычислительных средств, на которых также реализована и программная часть комплекса и компьютерно-информационные средства методической части комплекса, так как реальные рабочие места личного состава дежурных смен современных автоматизированных РЭС могут предусматривать выполнение функциональных обязанностей только посредством работы на ЭВМ. В то же время в состав таких УТС могут быть дополнительно введены конструктивные элементы, которые не могут быть

представлены только ЭВМ (элементы антенно-фидерного тракта, приемно-передающих устройств и т. д.). Данные элементы объединяются в единую компьютерную учебно-тренировочную систему или компьютерный тренажер. Реализация таких УТС позволит проводить обучение и последующую проверку по следующим направлениям [5]:

- подготовка и проведение сеансов управления КА;
- поддержание техники в готовности к применению по назначению;
- отработка ситуационных задач по предотвращению аварийных ситуаций, несанкционированных действий;
- обеспечение безопасной эксплуатации средств комплекса.

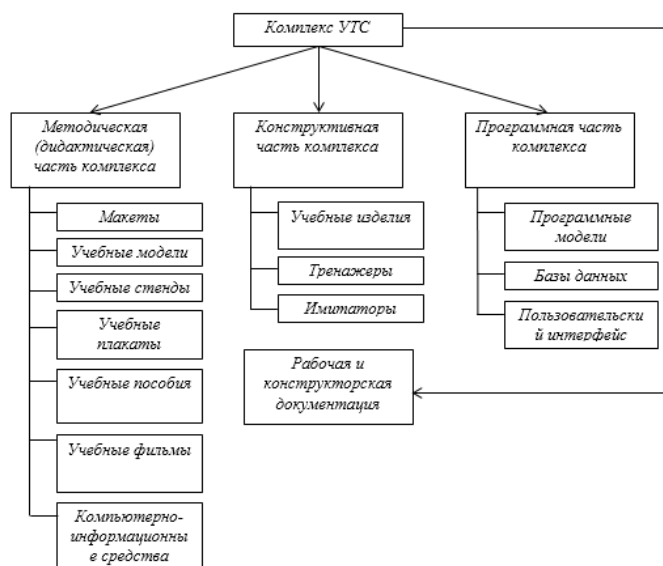


Рис. 1. Структура комплекса учебно-тренировочных средств

Компьютерные учебно-тренировочные средства (на основе компьютерных тренажеров) могут быть использованы в процессе [3, 5]:

- комплексной подготовки расчетов РЭС в масштабе задействования всех средств наземного комплекса управления КА;
- подготовки расчетов РЭС в составе нескольких средств, совместно участвующих в решении задачи управления КА;
- профессионально-должностной подготовке и переподготовке;
- допуска операторов к самостоятельному выполнению своих функциональных обязанностей;
- самостоятельной работы и индивидуальных занятий.

В общем случае в состав тренажера входят следующие элементы: рабочие места обучаемых (операторов эксплуатирующих РЭС), устройство моделирующее процесс функционирования штатного оборудования, рабочее место преподавателя (инструктора), устройства, позволяющие проводить контроль действий обучаемых и выставлять оценку. Следует отметить, что эффективность подготовки обучаемых и формирование у них навыков и умений работы на технике существенным образом зависит от того насколько интерфейс рабочего места и качество его исполнения соответствует реальному, реализованному на штатной технике, и от того насколько адекватно работает моделирующее устройство. Рабочее место обучающего представляет собой часть пространства в эргодической системе «человек-машина», где осуществляется деятельность оператора. В тренажере рабочее место обучающегося – это пульт (как правило, на базе ЭВМ), за которым он выполняет свои рабочие функции. Этот пульт, как правило, является близкой копией реального пульта со всеми органами управления и средствами отображения информации, которыми оператор РЭС пользуется в ходе реальной работы по управлению реальными КА.

Основной путь повышения обучающей эффективности УТС заключается в достижении максимально возможной точности и полноты имитации условий управления реальной аппаратурой РЭС, а также в использовании различных средств, повышающих уровень автоматизации процесса обучения. Конечной целью обучения операторов должно считаться достижение в процессе работы на УТС достаточного уровня близости формируемых навыков и умений, к тому уровню, который реализуется у операторов при работе на аппаратуре РЭС в реальных условиях эксплуатации. Для УТС средств наземного комплекса управления КА на основе ЭВМ необходимая точность и полнота имитации работы реальной РЭС в процессе решения задач управления КА достигается точностью и полнотой имитации функционирования реальных программных средств, реализованных в аппаратуре РЭС наземного комплекса управления. Целесообразным является построение УТС с использованием клиент-серверной архитектуры. Примерная структура такого УТС представлена на рис. 2.

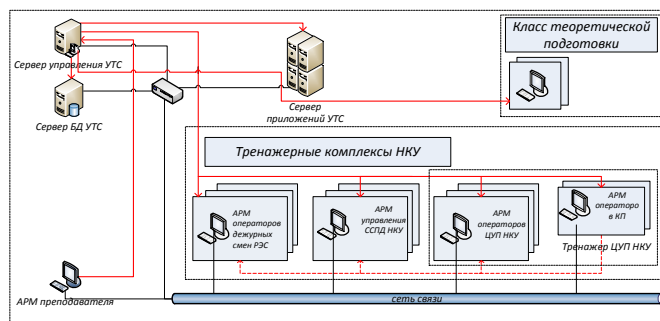


Рис. 2. Структура комплекса учебно-тренировочных средств НКУ КА

В общем случае в состав УТС входят: АРМ преподавателя; серверная часть; тренажерные комплексы наземного комплекса управления; класс теоретической подготовки. АРМ преподавателя предназначено для

управления учебным процессом, регистрации учетных записей обучаемых, контроля их действий, управления моделируемой обстановкой, подачи вводных, оценки действий обучаемых и т. д. Серверная часть предназначена для хранения всех данных предметной области (онтологии) и моделирования обстановки. В общем случае в состав серверной части входит сервер управления, сервер баз данных (БД), сервер приложений. Сервер управления предназначен для создания и удаления учетных записей участников процесса обучения, контроля и разграничения доступа пользователей к различным ресурсам, управления приложениями и всем процессом обучения. Сервер БД предназначен для хранения всех данных, необходимых для функционирования УТС. Данные могут храниться как в обычных БД, так и в единой онтологии. В состав такой онтологии входят:

- описание состава и структуры НКУ (элементы и связи между ними);
- характеристики элементов НКУ (модели РЭС);
- описание орбитальной структуры (модели КА);
- исходные данные для моделирования;
- база знаний ситуационных задач;
- информационно-справочная система;
- другие необходимые данные.

При построении модели РЭС должна быть обеспечена полнота моделирования: моделируются все необходимые режимы работы, контролируемые параметры и органы управления РЭС при оговоренном наборе воспроизводимых сбоев, отказов, а также нештатных ситуаций, которые могут возникнуть при реализации технологического цикла управления КА. При разработке компьютерного тренажера РЭС в модели аппаратуры РЭС должны учитываться следующие данные:

- нормальные и нештатные режимы работы РЭС – объекта моделирования;
- контролируемые параметры РЭС;
- перечни органов управления РЭС (пультов оперативного управления, панелей управления узлами систем, клавиатур);
- состав оборудования РЭС, возможности дублирования и замещения технологического оборудования, технологические циклы управления КА;
- последовательности действий обучаемых при отказах и нештатных ситуациях.

Сервер приложений предназначен для функционирования всего специального программного обеспечения:

- моделирование обстановки (в том числе, при необходимости, орбитальной группировки);

- моделирование ситуационных задач;
- оценивание действий операторов;
- информационно-справочное обеспечение;
- другое необходимое специальное программное обеспечение.

В зависимости от масштабов и требований, предъявляемых к УТС, функции данных трех серверов могут не обязательно выполняться тремя физическими серверами, а могут быть совмещены. В частности, может быть совмещен сервер управления и сервер приложений, сервер приложений и сервер БД, и, в пределе, все три компонента серверной части могут функционировать на одном физическом сервере.

Тренажерные комплексы РЭС НКУ представляют собой автоматизированные рабочие места операторов, обучаемых по соответствующим направлениям: операторы дежурных смен РЭС, центра управления полетами (группы анализа, баллистической группы, планирования и др.) и пункта управления. Класс теоретической подготовки представляет собой компьютерный класс для работы с информационно-справочным материалом, учебным материалом и программным обеспечением для тестирования обучаемых и проверки теоретической подготовки (теоретических знаний). В зависимости от требований и выделяемых ресурсов тренажерные комплексы также могут быть совмещены с классом теоретической подготовки. Класс теоретической подготовки, а также тренажерные комплексы (полностью либо частично) представляется целесообразным реализовать с использованием технологии «тонкий клиент». Тонким клиентом называется терминал, загрузка основной операционной системы которого происходит на сервере.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Введение в эксплуатацию новых современных образцов РЭС управления КА требуют повышения качества подготовки эксплуатирующего персонала. Одним из путей, позволяющих в значительной мере повысить уровень подготовленности операторов РЭС, является разработка УТС на основе широкого использования информационных технологий. Такие комплексные компьютерные УТС могут быть использованы при всех видах подготовки. Они позволяют как изучать предметную область в режиме автоматизированной обучающей системы, так и отрабатывать в расширенном объеме практические навыки работы на аппаратуре. Особенностью применения таких УТС является возможность вырабатывать и закреплять навыки принятия решений и управления в штатных и нештатных ситуациях. Основные необходимые функциональные возможности учебно-тренировочных средств РЭС – это полномасштабность, адекватность реальной системе, работа в разных временных масштабах (реального времени, пошагово), мультирежимность, протоколирование действий выполняемых оператором, его ошибок, регистрация и выдача аварийных сообщений, комплексность, отображение и возможность анализа графических зависимостей состояния аппаратуры, ее

параметров во времени от различных ситуаций и действий оператора, сохранение и повторное использование различных режимов обучений. Обучение с использованием описанных УТС РЭС управления КА позволяет готовить не только отдельных операторов, но и осуществлять отработку взаимодействия операторов и расчетов различных радиоэлектронных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Пророк В.Я., Скирда В.С. Анализ и постановка задачи синтеза рациональной структуры учебно-тренировочных средств для подготовки военных специалистов // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. 2016. № 650. С. 199-203.
- [2] Дикарев В.А. Автоматизация тренажной подготовки операторов радиоэлектронных объектов. М.: ИПРЖР, 2002. 168 с.
- [3] Богачик Ю.Е., Гришин В.В. Модели информационного взаимодействия наземной радиоэлектронной системы и космического аппарата // Информационно-управляющие системы. 2007. №3. С. 11–16.
- [4] Новиков Е.А. и др. Учебный тренировочный комплекс подготовки специалистов по разработке и эксплуатации инфокоммуникационных средств космического назначения // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. 2017. № 659. С. 210-218.
- [5] Козинов И.А. Автоматизация подготовки расчетов радиоэлектронных средств управления космическими аппаратами на основе современных информационных технологий // I-methods. 2014. Т. 6. № 1. С. 10-13.