



УДК 681.5.01

С. А. Беляев, Ю. Б. Остапченко, С. А. Кудряков,
Н. В. Книжниченко, Е. Н. Шаповалов

Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Современная концепция комплексной автоматизированной системы профессионального обучения и сопровождения деятельности для специалистов службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи

Рассматриваются актуальные проблемы повышения эффективности профессиональной подготовки и переподготовки специалистов наземных служб гражданской авиации, отвечающих за эксплуатацию радиотехнического оборудования и связи. Предлагается архитектура комплексной автоматизированной системы подготовки, аттестации и сопровождения профессиональной деятельности соответствующих специалистов и анализируются основные требования к ее составу.

Служба эксплуатации, профессиональная подготовка, автоматизированные обучающие системы, гражданская авиация, нештатные ситуации, принятие решений, человеческий фактор

Для решения задач повышения экономической эффективности и обеспечения безопасности использования воздушного транспорта на современном этапе к уровню профессиональной подготовки специалистов наземных служб обеспечения полетов предъявляются повышенные требования. В полной мере данные требования относятся и к службе эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (ЭРТОС). Эти тенденции следуют из реального состояния дел на воздушном транспорте РФ, а также из требований ряда федеральных и международных нормативных документов.

Снижение общего уровня подготовки молодых специалистов, а в некоторых случаях и временной перерыв между процессом профессионального обучения и началом работы по специальности приводят к необходимости существенного увеличения периода адаптации на рабочих местах непосредственно в эксплуатирующих организациях [1], [2].

Современная профессиональная подготовка в большинстве случаев осуществляется с использованием различных автоматических и автоматизи-

рованных систем обучения. Однако широкое развитие различного рода автоматизированных средств обеспечения и поддержки деятельности, компьютерных технологий с обилием шаблонов, реализованных алгоритмов обработки информации и принятия решения создают обманчивое впечатление об отсутствии необходимости глубокого изучения предметной области для их оптимального выбора и применения. Поверхностное ознакомление с подобными наукоемкими продуктами с пользовательским интерфейсом, сведенным к «одной кнопке», может создавать иллюзию доступности данного вида деятельности практически для любого человека. Понимание сути деятельности и логической структуры выполняемых действий в данном случае сводится к знаниям названий программного продукта или технической системы, которая может автоматизировать решение стоящей перед специалистом задачи. И если в процессе профессиональной подготовки рассматривались только унифицированные рабо-

чие ситуации, то расширение сферы осведомленности приведет не к повышению компетентности, а к проявлению негативного явления парапрофессионализма [3].

Особенно остро этот недостаток заметен в нештатных эксплуатационных ситуациях. Именно при их возникновении проявляются все недостатки в профессиональной подготовке [1], [2], [4].

Повышение качества профессиональной подготовки специалистов службы ЭРТОС, сокращение сроков профессиональной адаптации специалиста на конкретном рабочем месте и формирование компетенций эффективной деятельности в нештатных эксплуатационных ситуациях на сегодняшний день является одним из приоритетных направлений повышения безопасности полетов.

В профессиональной подготовке летного состава широко используются различные типы тренажерных систем: тактические, комплексные и процедурные, предназначенные для наземной подготовки пилотов (разработчики: «Транзас», «Динамика», «МАК», «МиГ» и др.). Наиболее востребованными в настоящее время являются натурные тренажеры, представляющие собой аппаратно-программные комплексы, обеспечивающие полноценную имитацию всех аспектов взлета, посадки и полета в различных условиях. Тренажеры диспетчерского персонала могут использоваться не только для тренировки, но и при управлении реальным полетом. При этом для специалистов службы ЭРТОС подобного рода автоматизированные средства профессиональной подготовки пока достаточного распространения не получили. В настоящее время существует большое количество универсальных решений, обеспечивающих дистанционное обучение для организации теоретической подготовки обучаемых, но отсутствуют универсальные решения, обеспечивающие выработку практических навыков. Это связано с необходимостью моделирования работы реального оборудования и специфики организационных и технологических процессов [5].

Для решения задач подготовки, аттестации и информационной поддержки службы ЭРТОС может использоваться комплексная автоматизированная система профессионального обучения специалистов службы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи (далее – комплексная автоматизированная система). Данная система должна обеспечивать профессиональную подготовку специалистов, аттестацию по допуску к выполнению реальной работы, автоматизацию рабо-

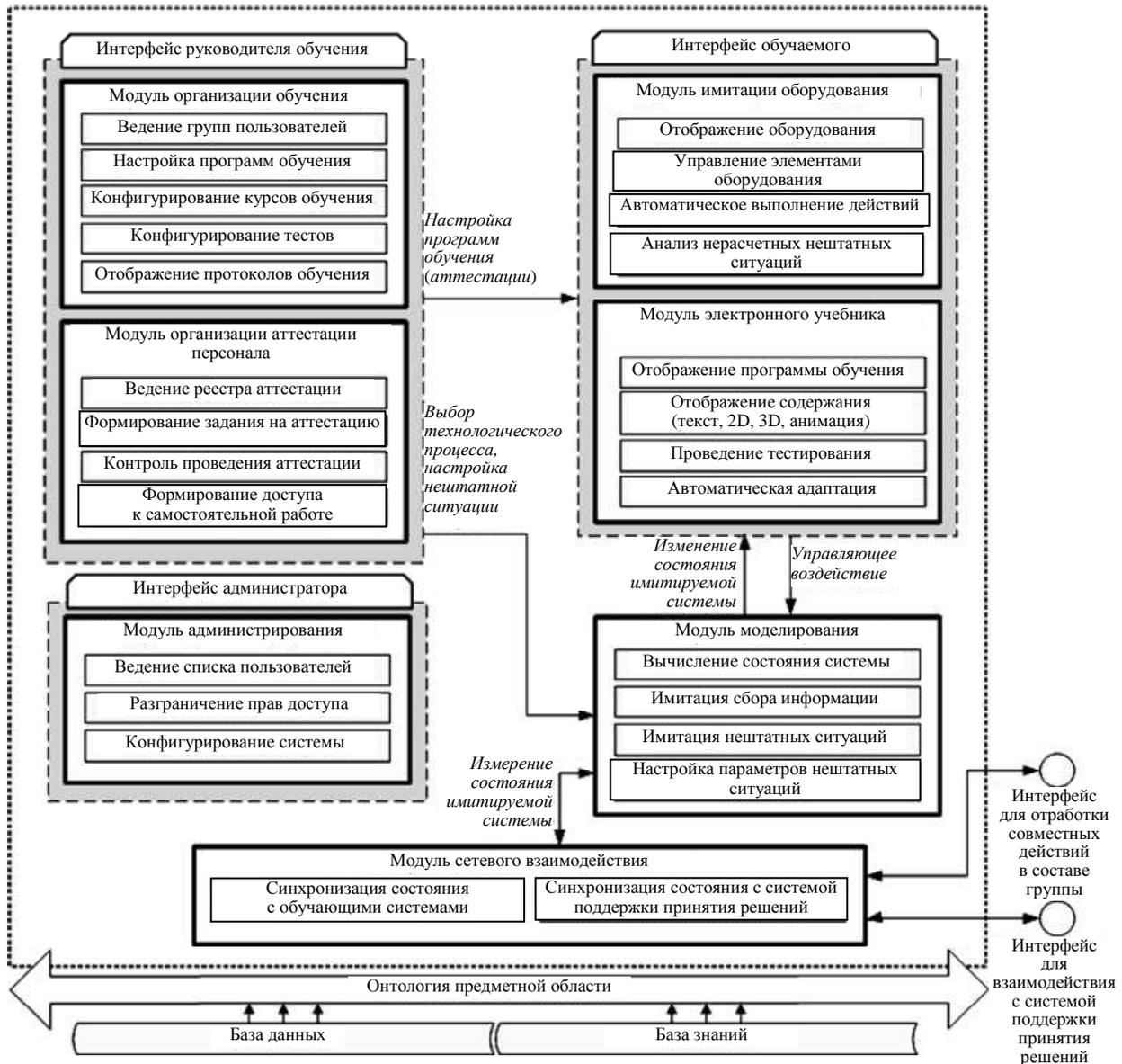
чего места специалиста по эксплуатации и поддержку принятия решений. Задача профессиональной подготовки должна решаться как с учетом необходимости теоретической подготовки, так и выработки практических навыков у обучаемых.

На рисунке приведена обобщенная архитектура комплексной автоматизированной системы, обеспечивающей комплексную подготовку и аттестацию специалистов службы ЭРТОС, предоставляющей программный интерфейс для решения задач сопровождения эксплуатации и поддержки принятия решений [6], [7]. Архитектура определяет состав основных компонентов системы, ключевые модули, их функциональное назначение, интерфейсы и показывает перечень пользователей.

Важным аспектом при подготовке комплексной автоматизированной системы к эксплуатации является не только сохранение в базе данных текстовых документов, используемых при теоретической подготовке, но и учет внешнего вида оборудования (2D, 3D), его взаимного расположения, особенностей управления, технологических процессов, возможных нештатных ситуаций, моделей обучения при организации практической подготовки. Графические элементы формируются разработчиком, предполагается, что в общем случае они не изменяются на этапе эксплуатации. Формальные описания технологических процессов требуют учета большого количества факторов и зависимостей в рамках математической модели имитируемого оборудования и требуют формирования разработчиком детальной базы знаний.

Функционально комплексная автоматизированная система состоит из следующих модулей (рисунок):

- модуля организации обучения, предоставляющего интерфейс для решения общих задач – от формирования групп пользователей до конфигурирования курсов обучения;
- модуля организации аттестации персонала, предоставляющего возможности по решению всех задач аттестации вплоть до формирования допуска к самостоятельной работе;
- модуля имитации оборудования, предоставляющего пользователю полноценную имитацию внешнего вида и функционирования оборудования;
- модуля электронного учебника, представляющего собой средство отображения текстово-графических материалов с возможностями поиска, рубрикации и проведения самостестирования;
- модуля моделирования, обеспечивающего функционирование математических моделей оборудования и технологических процессов;



– модуля сетевого взаимодействия, обеспечивающего взаимодействие комплексной автоматизированной системы с другими системами, в том числе комплексами поддержки принятия решений;

– модуля администрирования, предоставляющего технологические функции;

– базы данных и базы знаний для хранения информации, необходимой при обучении наземных служб обеспечения полетов.

Пользователем модулей организации обучения и организации аттестации персонала является руководитель обучения. Используя модули имитации оборудования и электронного учебника обучаемый имеет возможность пройти как теоретическую подготовку с помощью всех современных средств представления информации (2D-изображения, 3D-модели, анимация, мнемосхе-

мы, карты, табличное, сетевое и ленточное представление технологических графиков), так и практическую отработку навыков выполнения технологических процессов и выхода из нештатных ситуаций, которые могут возникнуть при эксплуатации радиотехнического оборудования и связи. Администратор обеспечивает конфигурирование системы и ведение списка пользователей. Модули моделирования и сетевого взаимодействия являются технологическими и не имеют интерфейса пользователя.

Следует отметить ключевые отличия представленной архитектуры от существующих аналогов [5], [8]. Интерактивные электронные технические руководства, описанные в литературе [8], в общем случае могут соответствовать или не соответствовать общепризнанным подходам и

спецификациям (например, S1000D, CALS-технологии), но все они строятся по принципу структурированного представления информации без учета особенностей усвоения данной информации обучаемым. В представленной архитектуре предусмотрен модуль автоматической адаптации. Его основное назначение – обеспечить автоматическую подстройку курса в соответствии со степенью усвоения материала [9]. С участием педагогического состава профильных отраслевых университетов описывается онтологическая модель процесса усвоения материала, в том числе с учетом требований к специалистам наземных служб обеспечения полетов и современных методик обучения. Данная модель является основой для подготовки обучаемого с использованием интерактивного электронного руководства. В простейшем случае она включает повторное представление для изучения недостаточно усвоенных разделов документации.

Современные системы поддержки принятия решений обеспечивают поддержку руководителя работ при возникновении нештатных ситуаций, предоставляя не только текстовые описания алгоритмов выхода из данных ситуаций, но и соответствующие технологические графики [10], [11]. При этом условно соответствующие нештатные ситуации можно назвать «расчетными», так как для них предусмотрены готовые алгоритмы по выходу, а задача руководителя работ – найти в базе знаний наиболее подходящий алгоритм. Модель планирования выхода из нештатной ситуации выглядит следующим образом [10]: $M = (S, R, P, F, X, Y, A, H, L, \Psi, Q)$. Она включает в себя и технологический график, и событие нештатной ситуации, и правила изменения технологического графика. Указанный подход оправдан при создании систем поддержки принятия решений, которые обеспечивают информационную поддержку руководителя работ при выполнении детерминированных технологических процессов.

Модуль имитации нештатных ситуаций предусматривает их моделирование, позволяя обучаемому вырабатывать навыки по поиску алгоритма выхода, но этим его функции не ограничиваются. Он обеспечивает также работу с «нерасчетными» нештатными ситуациями – медленно развивающимися нештатными ситуациями с обязательным внешним проявлением, выход из которых может быть выполнен с использованием нескольких дополнительных операций технологического про-

цесса. При этом предполагается, что описание данных «нерасчетных» нештатных ситуаций отсутствует в эксплуатационной документации и в общем случае необходимо сформировать новый алгоритм выхода. Соответственно, после обнаружения нештатной ситуации обучаемый должен, с одной стороны, определить отсутствие ее описания в эксплуатационной документации, а с другой – принять решение о дальнейших действиях.

При обучении выходу из нештатной ситуации модель M [10] в рамках комплексной автоматизированной системы расширена: $M_0 = (M, St, C)$. Здесь St – стратегии, которых может придерживаться руководитель работ; C – критерии принятия решения, а функция поиска решения Ψ вычисляется с учетом St и C : $\Psi(St, C)$. В качестве стратегий могут выступать: во-первых, стремление выполнить целевую задачу без изменения срока окончания; во-вторых, намерение выполнить целевую задачу, но с переносом срока окончания; в-третьих, решение прекратить выполнение технологического процесса. В качестве критериев могут использоваться минимакс, максимин, критерий Гурвица и др. Модель M_0 реализуется в модуле анализа нерасчетных нештатных ситуаций и позволяет обучаемому формировать новые алгоритмы выхода из данных ситуаций.

Исходные данные для комплексной автоматизированной системы в виде учебных модулей, содержащих всю мультимедийную и текстовую информацию, а также программные модели и внешний вид элементов имитируемых систем и агрегатов и описание имитируемых технологических процессов вводятся на этапе разработки. В дальнейшем у руководителя обучения есть возможность изменить только последовательность обучения, состав изучаемых разделов и ввести новые «нерасчетные» нештатные ситуации. Изменить базовую онтологическую модель может только администратор, но сама модель изменяется разработчиками системы.

Описанная комплексная автоматизированная система позволяет решать задачи по обучению, аттестации, переподготовке и переаттестации специалистов наземных служб обеспечения полетов гражданской авиации, повышая их компетенции, обеспечивая готовность к выполнению реальной работы и снижая влияние человеческого фактора. В 2014 г. введен новый государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки «Аэронави-

гация и эксплуатация авиационной и ракетно-космической техники (уровень подготовки кадров высшей квалификации)». Соответственно, предложенная концепция построения комплексных автоматизированных систем может найти приме-

нение в том числе и для подготовки персонала подразделений, осуществляющих эксплуатацию наземной космической инфраструктуры и ракетно-космической техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проблемы профессиональной подготовки специалистов для эксплуатации сложных технических объектов в современных условиях / Ю. Б. Остапченко, С. А. Кудряков, В. В. Романцев, С. А. Беляев // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. № 8. С. 90–94.
2. Остапченко Ю. Б., Кудряков С. А., Шаповалов Е. Н. Актуальные проблемы профессиональной подготовки специалистов для сложных технических объектов на примере космодрома Байконур // Социально-психологические, педагогические и медико-психологические проблемы модернизации общества на евразийском пространстве: материалы науч.-практ. конф., СПб., 28–29 нояб. 2013 г. / под ред. Т. В. Орловой, М. Ю. Спириной, А. А. Торопыгиной; МИЭП при МПА ЕврАзЭС. СПб., 2013. Ч. 2. С. 136–146.
3. Кудряков С. А. Ловушка парапрофессионализма в системе подготовки инженерных кадров // Бизнес-технологии в России: теория и практика: материалы междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 14 апр. 2015 г. Саратов: ЦПМ «Академия бизнеса», 2015. С. 36–39.
4. Транспрофессиональная подготовка современных специалистов: миф или реальная необходимость / С. А. Кудряков, Ю. Б. Остапченко, Е. Н. Шаповалов, В. В. Романцев // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. № 8. С. 94–98.
5. Романенко Ю. В. Архитектура компьютерного тренажера для обучения и аттестации операторов при управлении технологическими процессами и возникновении нештатных ситуаций // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2007. № 2. С. 70–80.
6. Построение систем поддержки принятия решений в процессах управления эксплуатацией технических комплексов / Е. В. Постников, Д. А. Романенко, С. А. Беляев, М. Г. Павловский // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2010. № 10. С. 79–83.
7. Романенко Д. А., Беляев С. А. Автоматизированная система выявления нештатных ситуаций в процессах управления сложными техническими системами и поиска решений по их устранению // Сб. тр. 7-го Всерос. совещ. по проблемам управления ВСПУ-2014, М., 16–19 июня 2014 г. / Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. М., 2014. С. 8612–8619.
8. Интерактивные электронные технические руководства // URL: <http://neotech-marine.ru/ietr>.
9. Дорпер А. Г., Иванилова Т. Н. Моделирование интерактивного адаптивного обучающего курса // Электронный науч. журн. «Современные проблемы науки и образования». 2007. № 5. С. 52–59.
10. Павловский М. Г., Разумовский Г. В. Модель планирования выхода из нештатной ситуации в детерминированных технологических процессах // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2007. № 1. С. 26–31.
11. Разумовский Г. В., Павловский М. Г., Беляев С. А. Оперативно-календарное планирование в системах поддержки принятия решений // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2007. № 2. С. 57–61.

S. A. Belyaev, Yu. B. Ostapchenko, S. A. Kudryakov, N. V. Knizhnichenko, E. N. Shapovalov
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

THE MODERN CONCEPT OF THE COMPLEX AUTOMATED SYSTEM OF VOCATIONAL TRAINING AND SUPPORT ACTIVITIES FOR SERVICE PROFESSIONALS OPERATING RADIO EQUIPMENT AND COMMUNICATION

Actual problems of increasing the effectiveness of training and ne-ground experts training of civil aviation services responsible for the operation of radio equipment and telecommunications are described. It is proposed the architecture of comprehensive automated system of training, certification and support of the professional activities of relevant experts and analyzed the basic requirements for its composition.

Service operation, training, automated training systems, civil aviation, emergency situations, decisions making, human factor
