

УДК 629.7.058:001.51

## **КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СТЕНДОВО-ИМИТАЦИОННОЙ СРЕДЫ В ИНТЕРЕСАХ СОЗДАНИЯ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ МОРСКОЙ АВИАЦИИ ВМФ**

**В.И. Ищук, Ю.И. Маковецкий, П.Е. Ярошук (Санкт-Петербург)**

Полунатурное моделирование является одним из важнейших этапов проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ организациями промышленности по созданию, либо модернизации авиационных комплексов (АК) и их бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО). Как правило, оно выполняется с использованием аппаратно-программных комплексов (стендов), размещаемых на объектах лабораторно-экспериментальной базы (ЛЭБ) с целью моделирования (имитации) физических процессов, протекающих при выполнении реальных полетов. Важной особенностью таких комплексов является то, что в состав оборудования наряду с имитаторами и эмуляторами входит и реально применяемые на борту АК элементы БРЭО. В первую очередь, это системы отображения информации и управления, входящие в состав автоматизированного рабочего места (АРМ) операторов, то есть оборудование, формирующее информационно-управляющее поле (ИУП) кабины разрабатываемого (модернизируемого) АК. В состав моделирующего комплекса в качестве реальных образцов также могут входить бортовые цифровые вычислительные машины (БЦВМ), реализующие бортовые алгоритмы с использованием «подыгрыша», обеспечивающего вычислителями стендового оборудования, а также другие системы и средства. Главное – чтобы моделируемая обстановка и формируемое с использованием реальных элементов БРЭО ИУП максимально полно соответствовали присутствующим реальному полету данным.

В настоящее время организациями промышленности, как в рамках инициативных работ, так и в ходе опытно-конструкторских работ (ОКР), по заказу Министерства обороны и других ведомств с использованием подобного рода комплексов довольно активно осуществляется имитационное и полунатурное моделирование процессов функционирования разрабатываемых изделий. Ряд организаций имеет собственные полигоны, оборудованные имитаторами, соответствующей стендовой базой для решения задач оценки и доведения характеристик образцов до уровней, требуемых Заказчиком. В то же время, развитие лабораторно-экспериментальной базы научно-исследовательских учреждений (НИУ) Минобороны России существенно отстает от развития ЛЭБ организаций-разработчиков, в том числе, в силу недостаточной проработки вопросов научного обоснования назначения, содержания решаемых задач, состава и структуры необходимого оборудования, требуемых характеристик. Это не позволяет использовать в полной мере предоставляемые возможности ЛЭБ в повседневной деятельности НИУ. В связи с этим, представляет научный и практический интерес анализ возможности развертывания полунатурного моделирующего комплекса (ПМК) непосредственно в НИУ и других организациях Минобороны в интересах повышения качества научных исследований по обоснованию перспективного бортового оборудования АК и выполнения военно-научного сопровождения ведущихся ОКР.

Необходимо отметить, что в НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ, являющимся правопреемником НИЦ (Санкт-Петербург) ЦНИИ ВВС Минобороны России, накоплен существенный научно-технический задел по вопросам полунатурного моделирования, в том числе практический опыт развертывания ПМК для АК противолодочной авиации, создававшейся в 1980-х гг. Возможности такого рода

комплексов в то время были весьма ограничены из-за низкой производительности вычислительных машин. Необходимое оборудование поставлялось непосредственно от предприятия-разработчика радиоэлектронного комплекса, либо в терминологии того времени – поисково-прицельной системы (ППС). Имитация фоноцелевой обстановки была достаточно приближенной, а основным назначением стала отработка программно-алгоритмического обеспечения и систем отображения тактической обстановки для штурманско-операторской группы. При этом эффект от применения ПМК для развития ППС был налицо в части расширения решаемых задач, автоматизации целого ряда штурманских расчетов, что позволило при увеличении сложности аппаратуры обеспечить более эффективную работу экипажа.

На современном этапе актуальность применения ПМК возрастает, поскольку потенциально полунатурное моделирование может реализовать практически полную адекватность имитации фоноцелевой обстановки при достаточно сложных для реализации условиях морского театра военных действий и приблизиться по ряду задач к проведению не только предварительных, но и государственных испытаний после соответствующей сертификации.

Возможности ПМК в современном облике позволяют, с одной стороны, на более высоком уровне выполнять традиционные задачи, а именно отладку специального и общего программного обеспечения БЦВМ, оптимизацию форм отображения информации на АРМ членов штурманско-операторской группы, отработку способов управления системами и средствами БРЭО, а с другой стороны – открыть новую страницу в формах и методах выполнения научно-исследовательских работ (НИР) по обоснованию требований к перспективному БРЭО.

В современных условиях в силу повышения многофункциональности АК МА ВМФ и существенного увеличения объема задач, выполняемых с помощью полунатурного моделирования, следует отметить наметившиеся тенденции по расширению функциональных возможностей ПМК и переходу к понятию более разносторонней по своим техническим возможностям стендово-имитационной среды (СИС) [1-3]. Таким образом, в качестве объектов СИС будут выступать как традиционные ПМК, так и новые полунатурные аппаратно-программные комплексы, создаваемые в интересах исследований человеко-машинных систем, обучения летного и инженерно-технического состава работе на создаваемой авиационной технике, решения ряда других задач.

Очевидно, что объекты СИС, по своей сути, являются высокотехнологичным оборудованием и требуют значительных интеллектуальных и материальных ресурсов для их создания. Для обслуживания СИС необходимы подготовленные специалисты, в том числе высококвалифицированные программисты – специалисты в области информационных технологий. Все это существенно затрудняет появлению подобных объектов на территории научно-исследовательских институтов. Те немногочисленные примеры успешного развертывания объектов СИС в НИУ МО РФ показывают, что данный вопрос решается, в основном, организациями промышленности, а НИУ предоставляет свою территорию и специалистов, которые проводят исследования совместно с сотрудниками предприятия-разработчика. Логично, что по завершению работ в рамках ОКР данные изделия демонтируются и передаются организациям промышленности, которые их произвели.

По результатам ранее выполненных в НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ исследований [4] были определены следующие типовые объекты СИС, которые могут быть созданы для НИУ МО РФ в интересах военно-научного сопровождения БРЭО АК МА ВМФ, а именно (рисунок 1):

- полунатурный моделирующий комплекс, используемый при проведении НИР по формированию облика и оценке эффективности БРЭО АК;
- полунатурный моделирующий комплекс для оценки характеристик информационно-управляющего поля кабины и автоматизированных рабочих мест (АРМ), отработки алгоритмов функционирования БРЭО АК, выполняемых совместно с организациями промышленности;
- полунатурный моделирующий комплекс для проведения испытаний и выполнения эргономических оценок в ходе разработки БРЭО АК с привлечением профильных специалистов, исследующих инженерно-психологические аспекты деятельности членов экипажа;
- полунатурный моделирующий обучающий комплекс (ПМОК) для решения отдельных задач подготовки и тренажа членов штурманско-операторской группы (ШОГ) вновь создаваемых АК как в условиях центра боевого применения и подготовки летного состава, так и непосредственно в войсковых частях.



Рис. 1 – Функциональный состав и назначение стендово-имитационной среды

Объекты СИС должны быть универсальными, то есть иметь возможность реконфигурации с целью адаптации к конкретным разрабатываемым образцам. Эти объекты должны иметь достаточный временной и модернизационный ресурс.

Перечисленные выше типовые ПМК могут быть созданы как каждый в отдельности с акцентом на специализацию, так и совмещаться в едином комплексе для решения всех возложенных задач.

Предполагаемый состав оборудования и структурная схема типового объекта СИС, включая модели фоноцелевой обстановки (ФЦО), базы данных (БД) различного назначения, представлен на рисунке 2.

Необходимо отметить, что БРЭО АК морской авиации ВМФ, по сравнению с аналогичными комплексами бортового оборудования для АК других видов Вооруженных Сил, имеет ряд особенностей, а именно [5]:

- перечень возложенных на АК задач предполагает применение на одном носителе по морским целям существенно большего числа разноспектральных систем, работающих в различных физических полях: радиолокационном, видимом и

инфракрасном, гидроакустическом, магнитометрическом, а также с сигналами радио- и радиотехнической разведки, лазерно-локационными системами и др.;

– для современных АК морской авиации ВМФ является характерными более широкая многофункциональность, многорежимность и многозадачность при совместном применении этих средств.



Рис. 2 – Структурная схема типового объекта стендово-имитационной среды

В связи с этим, разработка новых инструментов научных исследований, под которыми следует понимать и объекты СИС, является важной и актуальной задачей. Так, ПМК, используемый при проведении НИР, можно рассматривать как инструмент для развития методической базы НИУ по обоснованию облика и оценке эффективности БРЭО, создаваемых и перспективных образцов АК морской авиации ВМФ. Средствами ПМК на основе методов полунатурного и математического моделирования можно обеспечить выполнение [3, 4]:

- оценки достижимого уровня величин ТТХ разрабатываемых систем и средств БРЭО в различных условиях, оценки эффективности, в том числе при моделировании всех видов противодействия;
- анализа и выработки рациональных тактических схем применения АК МА ВМФ при решении различных задач в условиях динамично меняющейся фоноцелевой обстановки, моделирования движения АК и функционирования средств БРЭО, с учетом взаимодействия с другими силами и средствами ВМФ в районе боевого применения;
- оценки возможностей конфигурации БРЭО при выходе из строя отдельных его элементов и т.п.

Что касается второго назначения ПМК, связанного с исследованиями элементов ИУП кабины и отработки алгоритмов работы систем БРЭО, в НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ наработан опыт применения ПМК для решения этой задачи в составе противолодочных самолетов и вертолетов, создаваемых, начиная с 1970-1980-х гг. Так, в начале 2000-х гг. на территории института был развернут ПМК для выполнения эргономических оценок рабочего места оператора вертолета, управляющего системами обнаружения морских целей. Актуальность таких исследований была обусловлена задачей по существенному расширению функций подлежащего модернизации вертолета при сохранении неизменным состава экипажа. На вертолете были установлены дополнительные поисковые системы с выводом информации о целях на АРМ

операторов. Кроме того, так как данные работы выполнялись на рубеже смены поколений аппаратуры (с переходом на «цифру»), изменились принципы отображения информации и сами устройства индикации.

В ходе успешно проведенных работ были исследованы:

- эргономические характеристики вариантов компоновки ИУП, используемых органов управления, пультов, индикаторов и другого оборудования рабочих мест экипажа;

- работоспособность и эффективность алгоритмического, программного и информационного обеспечения;

- психофизиологические возможности операторов АК, что позволило обосновать их функциональные обязанности с определением необходимых запасов по нагрузке, связанных с учетом квалификации, уровня автоматизации работы оборудования, влияния других факторов и решить ряд других не менее важных задач.

Следующее назначение СИС, о чем сказано выше, – это применение в интересах обучения (тренажа) членов ШОГ экипажа создаваемых и перспективных образцов АК.

На рисунке 3 представлена схема построения полунатурного моделирующего обучающего комплекса. Принятые на рисунке сокращения имеют обозначения: ШТ – штурман-тактик (руководитель ШОГ); РЛС – радиолокационная станция, ОЭС – оптико-электронная система, СРТР – система радиотехнической разведки, РГС – радиогидроакустическая система, ММС – магнитометрическая система.

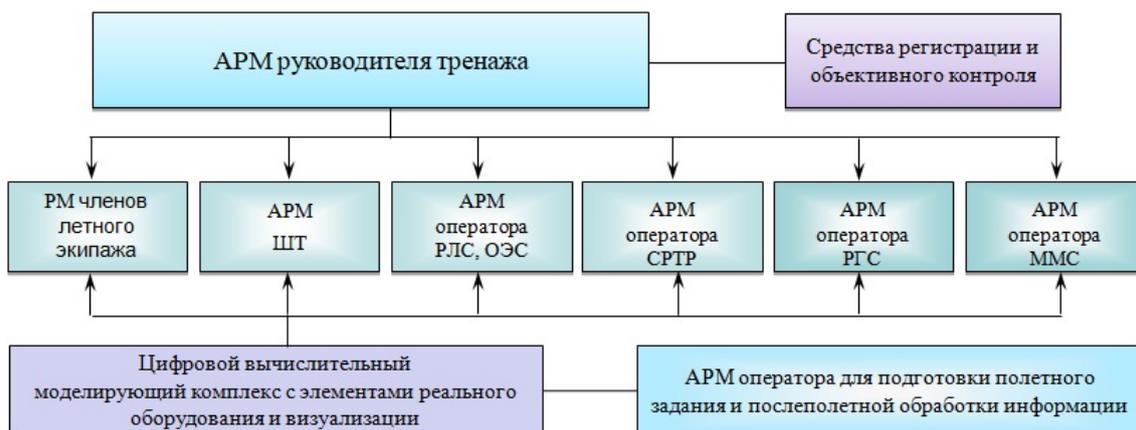


Рис. 3 – Схема построения полунатурного моделирующего обучающего комплекса

Принципы построения ПМОК включают [4, 6]:

- имитационное моделирование решения задач с использованием близкой к реальной модели фоноцелевой обстановки;

- максимально приближенная к реальной имитация информационно-управляющего поля кабины членов ШОГ;

- возможность выдачи для отображения полученных в ранее выполненных полетах реальных информационных кадров от систем обнаружения, в том числе записанных реальных акустических портретов подводных объектов;

- возможность имитации групповой работы АК с выдачей необходимой информации на рабочие места ШОГ (членов экипажа) и т.п.

ПМОК позволяет проводить обучение и тренаж летного состава по значительной части задач, не требующих летной подготовки, в наземных условиях, а также использовать свои технические возможности в качестве наземного комплекса анализа и

обработки послеполетной информации, полученной ранее в реальных полетах средствами обнаружения морских целей.

В контексте перспектив создания БРЭО последующего поколения АК морской авиации ВМФ представляется целесообразным развитие СИС в следующих направлениях [3-5]:

– имитации высокоинтеллектуальной эргатической кабины АК и экспертной системы, позволяющей летчику постепенно «делегируют» свои усилия по всесторонней оценке обстановки комплексу БРЭО АК без критической потери данных;

– имитации функционирования АК в составе многоэшелонной сетцентрической системы, в том числе, с разнообразными объектами и т.д.

Таким образом, в качестве вывода, необходимо отметить, что использование в повседневной деятельности НИУ и других организаций Минобороны России возможностей объектов стендово-имитационной среды является важным и актуальным. Объекты СИС, под которыми понимаются полунатурные моделирующие комплексы различного функционального назначения, будут и далее играть важнейшую роль при обосновании, оценке эффективности и испытаниях разрабатываемых и перспективных комплексов БРЭО АК МА ВМФ, а также окажут существенную поддержку при решении задач обучения и тренажа летного состава в ходе освоения новой техники.

### Литература

- 1 **Андросов В.А., Епатко И.В.** Задачи и принципы построения стендово-имитационной среды для отработки интегрированных комплексов бортового оборудования. – Радиотехника, 1996, № 9, с. 59-67.
- 2 **Исаев С.А., Кондратенков Г.С.** Цифро-натурные и летно-модельные методы испытаний комплексов бортового оборудования // Радиотехника, 1996, № 9, с. 69-75.
- 3 **Грибов Д.И., Смелянский Р.Л.** Комплексное моделирование бортового оборудования летательного аппарата // Методы и средства обработки информации. Труды второй Всероссийской научной конференции. М.: МГУ им. М.В.Ломоносова, 2005, с. 59-74.
- 4 **Ищук В.И., Маковецкий Ю.И., Ярошук П.Е.** Применение комплексов полунатурного моделирования в интересах развития бортовых интегрированных систем обеспечения безопасности полетов летательных аппаратов морской авиации ВМФ // Сборник материалов научно-практической конференции «Актуальные проблемы безопасности полетов на современном этапе», посвященной памяти Героя Советского Союза маршала авиации Пстыго Ивана Ивановича (выпуск № 4). – М.: 2022, с. 41-47.
- 5 **Ищук В.И., Мочалов С.А., Никольский А.Н.** Направления развития комплексов бортового оборудования летательных аппаратов морской авиации ВМФ // Военно-теоретический журнал «Военная мысль», 2020, № 4, с.148-156.
- 6 **Шафранюк А.В., Прокопович В.В.** Опыт создания имитационно-моделирующего комплекса в гидроакустике // Труды XIV Всероссийской конференции «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики». – СПб.: ЛЕМА, 2018, с. .589-591.