

**Номинация: "За создание новой технологии"**

**КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКИ И  
ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАДРОВ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ  
(КАРП КБО)**

**ВВЕДЕНИЕ**

Развитие пилотируемой авиации на сегодняшний день дошло до той точки, в которой наступает предел человеческих возможностей по обеспечению безопасности полётов. Только за последние 20 лет поток информации, которую должен переработать экипаж, возрос на порядки. Решением данной проблемы стало повышение степени автоматизации воздушных судов. Информационно-управляющее поле (ИУП) кабины современного летательного аппарата представляет собой набор многофункциональных цветных индикаторов и пультов управления (МФЦИ и МФПУ).

Пропорционально росту степени автоматизации воздушных судов выросла и доля стоимости создания комплекса бортового оборудования (КБО) и его функционального программного обеспечения (ФПО). На сегодняшний день она составляет до 80% от стоимости летательного аппарата.

При всей значимости разработки КБО и ФПО, в нашей стране отсутствует стандартизация в вопросах проектирования интерфейсов МФЦИ и МФПУ. Это, с одной стороны, оставляет высокую степень свободы производителям авиационной техники в вопросах проектирования кабин летательных аппаратов, а с другой стороны – обостряет проблему,

существующую в авиации практически с момента её зарождения. И это – проблема переучивания лётного состава с одного типа самолёта на другой.

Если раньше управление происходило при помощи различных рычагов и тумблеров, которые на каждом типе ЛА имели свои особенности и воспринимались пилотами не только зрительно, но и тактильно, то при переходе к «цифровым» кабинам осталось только зрительное восприятие. А своеобразная логика показа кадров на МФПУ и МФЦИ различных типов усложняет процесс переучивания и повышает риск ошибки.

Одним из возможных путей решения данных проблем, в том числе удешевления создания перспективных образцов авиационной техники и повышения уровня безопасности полётов, является разработка ИУП унифицированной кабины со стандартизированными интерфейсами.

Разработка и проектирование интерфейсов авиационных пультов и индикаторов бортового оборудования модернизируемых и перспективных летательных аппаратов подразумевает комплекс работ, включающих в себя:

- постановку задачи;
- оценку задач, решаемых членами экипажа;
- создание первоначального вида человеко-машинного интерфейса совместно со специалистами в предметных областях;
- разработку логики взаимодействия человека с элементами управления и индикации (логика кадров);
- разработку протоколов взаимодействия между самолетными системами;
- оценку эргономичности спроектированного интерфейса;
- внесение корректировок в интерфейсы по результатам эргономической оценки;
- создание отчетной документации, состоящей из описания кадров, логики взаимодействия, процедур верификации и тестирования и т.п.;

- проведение интеграционного и динамического тестирования на целевых платформах;
- итеративное внесение корректировок в документацию, программный код, протоколы взаимодействия, процедуры тестирования и другие результаты, полученные по итогам выполнения вышеперечисленных работ.

В связи со сложностью выполнения вручную описанных выше операций, их рутинности, высокой вероятности внесения ошибок из-за утомляемости и ограниченных возможностей человека, учёными ФАУ «ГосНИИАС» была создана технология организации и автоматизации этих процессов с целью улучшения качества, унификации человеко-машинных и программных интерфейсов, а также для единообразия выпускаемой документации.

Данная технология получила своё воплощение в Комплексе Автоматизированной Разработки и Проектирования (КАРП) кадров бортового оборудования (КАРП КБО), созданном в ФАУ «ГосНИИАС» в 2021 году.

### **КАРП КБО. СОСТАВ И ФУНКЦИИ**

КАРП КБО представляет собой программный комплекс, объединяющий в себе следующее программное обеспечение:

1. ПО «Автоматизированная система прототипирования многофункционального пульта управления»;
2. ПО «Автоматизированная система документирования многофункционального цветного индикатора»;
3. ПО «Загрузчик функционального программного обеспечения SWLoader».

## **1. ПО «Автоматизированная система прототипирования многофункционального пульта управления»**

Данное ПО обеспечивает:

- моделирование кадров на основе проработанного лексикона человеко-машинного взаимодействия;
- отработку логики работы экипажа при выполнении задач с многофункциональным пультом управления (МФПУ);
- оценку удобства и интуитивной понятности пользовательского интерфейса кадров МФПУ;
- автоматизированное формирование документации на кадры МФПУ:
  - программы функционирования;
  - заголовочные файлы для функционального программного обеспечения (ФПО);
  - протоколы информационного взаимодействия.

ПО ориентировано на специалистов в предметных областях и позволяет:

- разрабатывать модели кадров МФПУ;
- отрабатывать на встроенном в ПО имитаторе МФПУ логику работы экипажа;
- создавать документацию на кадры в автоматизированном режиме без участия специалистов по бортовым интерфейсам.

## **2. ПО «Автоматизированная система документирования многофункционального цветного индикатора»**

ПО позволяет:

- формировать структуру кадров многофункционального цветного индикатора (МФЦИ);
- формировать дерево параметров, обеспечивающих полноценное функционирование МФЦИ;
- проводить автоматизированную проверку перечней параметров и элементов интерфейса, их взаимосвязей и по результатам осуществлять автоматизированное документирование кадров.

Применение данного ПО существенно ускоряет процесс разработки и позволяет исключить ошибки, связанные с первичным вводом данных, в выпускаемой документации.

### **3. ПО «Загрузчик функционального программного обеспечения SWLoader»**

ПО осуществляет проведение следующих операций в автоматизированном режиме:

- верификацию параметров загрузки целевого оборудования по заданным критериям;
- включение и выключение целевой платформы;
- обмен данными с целевой платформой после осуществления ее загрузки;
- автоматическое ожидание команды от целевого устройства о завершении процедуры тестирования или сбора необходимых данных;
- автоматизированное сохранение результатов выполнения функционального программного обеспечения на целевой платформе в необходимом формате;
- передача сохраненных результатов выполнения программному обеспечению, вызвавшему процедуру загрузки в автоматизированном режиме;
- возможность дистанционной работы для всех вышеперечисленных задач.

SWLoader является единственным в Российской Федерации программным продуктом, осуществляющим загрузку и взаимодействие с устройствами, использующими стандарт SpaceWire.

Использование данного программного обеспечения приводит к существенному упрощению рутинных процедур, связанных с настройкой, конфигурированием, управлением целевым устройством (МФПУ и МФЦИ), позволяет полностью исключить участие человека после первичной настройки ПО. Появляющиеся возможности могут быть использованы при проведении интеграционного и динамического тестирования, верификации и подтверждения надежности программного кода, в том числе в отсутствие оператора на рабочем месте, что существенно ускоряет данную процедуру и позволяет оптимизировать трудозатраты, освобождая значительную часть времени для выполнения других производственных задач, трудновыполнимых без участия человека.

КАРП КБО позволяет как производить полный комплекс автоматизированного проектирования, создания и отработки кадров бортового радиоэлектронного оборудования ЛА, так и выполнять тестирование и отработку кадров на целевых платформах (вычислителях, многофункциональных пультах и индикаторах) дистанционно, в автоматическом режиме с последующей интеграцией и финальной загрузкой. Использование для тестирования комплекса среды Everest, созданной в ФАУ «ГосНИИАС» обеспечивает полную импортонезависимость.

КАРП КБО существенно повышает качество разработки интерфейсов на основе единого проработанного набора элементов. Создание выпускаемой документации происходит в автоматизированном режиме, что снижает количество ошибок и существенно уменьшает трудоемкость разработки в связи с отсутствием необходимости ручной проверки, а благодаря генерации протоколов информационного взаимодействия, снижается степень

вовлечённости в разработку этих протоколов специалистов по бортовым интерфейсам.

## РЕЗЮМЕ

Программный комплекс автоматизированной разработки и проектирования кадров бортового оборудования:

- ✓ Позволяет решать полный комплекс задач, связанных с проектированием кадров бортового оборудования;
- ✓ Обеспечивает автоматический выпуск документации, необходимой для сопровождения и сертификации КБО;
- ✓ Сокращает время разработки интерфейсов в 2-3 раза;
- ✓ Апробирован на стендах прототипирования КБО в ФАУ «ГосНИИАС»;
- ✓ Обеспечивает импортозамещение в сфере разработки и модернизации ИУП кабин существующих и перспективных ЛА;
- ✓ Не имеет аналогов в Российской Федерации.

С появлением КАРП КБО в нашей стране создан научно-технологический задел, который позволяет в кратчайшие сроки развернуть работы по созданию ИУП унифицированной кабины пилотируемого летательного аппарата.