



УДК 681.31

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБЛИКА КОМПЛЕКСА САМОЛЕТНЫХ СИСТЕМ

А.В. Хакимов, e-mail: a.v.khakimov@mail.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (ИТМО), г. Санкт-Петербург

В данной статье рассматривается разработка функционального облика набора систем, которые интегрируются в единый комплекс бортового оборудования (КБО). Проведен подбор систем для КБО с учетом предъявляемых требований к нему и функциональности каждой системы из его состава. Дано краткое описание существующего процесса проектирования комплексов. Выявлены основные этапы проектирования, которые требуют наибольших трудозатрат разработчиков и принятий интуитивных решений задач на основе опыта проектирования. Обозначена проблема, затрудняющая использование методов автоматизированного проектирования при решении данных задач. Предложен способ формализации некоторых задач, решение которых даст возможность применения существующих методов автоматизации.

Ключевые слова: бортовое оборудование, функциональный облик, процесс проектирования, автоматизированное проектирование, комплексирование, интеграция.

RESEARCH OF THE PROCESS OF FORMING THE FUNCTIONAL APPEARANCE OF THE COMPLEX OF AIRCRAFT SYSTEMS

A. V. Khakimov, e-mail: a.v.khakimov@mail.ru

Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO), Saint-Petersburg

This article discusses the development of the functional appearance of a set of systems that are integrated into a single of airborne equipment complexes (AEC). The selection of systems for the AEC takes into account the requirements for it and the functionality of each system from its composition. A brief description of the existing process of designing complexes is given. The main stages of design which require the greatest labor input from developers and an intuitive decision-making based on previous project experience are defined. The issue that complicates the use of computer-aided design methods for solving such problems is identified. The method of formalization of some issues, solving which allows using the existing methods of automation, is suggested.

Keywords: airborne equipment, functional appearance, design process, computer-aided design, aggregation, integration.

Введение

В настоящее время в России наибольшее количество разработок ведется в соответствии ГОСТ РВ 15.203[1]. При начале работ по разработке изделия выполняют два основных этапа, описывающих верхний уровень: эскизное и техническое проектирование. Чаще всего два эти этапа объединяют в один этап эскизно-технического проектирования. Основной задачей при выполнении проектирования верхнего уровня является разработка первичного облика изделия с выявлением наиболее важных и критичных значений параметров изделия. Рассматриваются различные варианты структуры и функционального облика. Выдвигаются технические предложения по решению требуемых задач. Описываются предельные значения параметров, которые накладывают ограничения на различные аспекты разработки.

Рассмотрим задачу разработки КБО на этапе эскизно-технического проектирования. Имея представление о задачах, которые должно выполнять воздушное



судно (ВС) можно составить структуру нового комплекса с применением уже имеющихся решений [2]. Как правило разработка нового ведется на основе уже существующих моделей такого же функционала. Далее на основе результатов экспертной оценки выбирается прототип нового КБО.

В перечень ключевых параметров по которым производится выбор прототипа может входить множество критериев. Рассматривая КБО современных ВС можно выделить основные параметры, которые являются наиболее важными при подборе систем [3]:

- срок эксплуатации;
- надежность;
- энергопотребление;
- масса;
- габариты;
- стоимость технического обслуживания и т.п.

Итоговый вариант набора компонентов комплекса так же зависит от существующих серийных устройств выполняющих определенное количество функций. Опишем перечень задач и существующих решений для разработки пилотажно-навигационного комплекса (ПНК). ПНК позволяет решать две основные задачи выполняемые в процессе полета [4]:

- стабилизация и управление положением центра масс объекта пилотирования;
- стабилизация и управление навигационными параметрами объекта.

Разбивая указанные задачи на более низкоуровневые проведем подбор систем решающих данные задачи. Рассмотрим задачи ПНК в аспекте определения параметров движения центра масс.

Координаты местоположения. Данные могут быть предоставлены системами:

- астроориентатор;
- спутниковая навигационная система;
- бесплатформенная инерциальная навигационная система;
- гибридная инерциальная навигационная система;
- радиотехническая система ближней/дальней навигации;

Высота полета. Данные могут быть предоставлены системами:

- система воздушных сигналов;
- инерциальные навигационные системы;
- спутниковая навигационная система;

Путевая скорость. Данные могут быть предоставлены системами:

- доплеровский измеритель скорости;
- инерциальные навигационные системы;
- спутниковая навигационная система;

Воздушная скорость. Данные могут быть предоставлены системами:

- система воздушных сигналов;

Вертикальная скорость. Данные могут быть предоставлены системами:

- система воздушных сигналов;
- инерциальные навигационные системы;



Проводя работы по разбиению функций и нахождению возможного варианта решения осуществляется проектирование верхнего уровня комплекса. Данный этап проектирования требует значительное количество времени и ручной работы. Для возможности работы по уровням необходимо четко ограничивать эти уровни и принимать решение об их утверждении. После длительного процесса декомпозиции и подбора отдельных систем, устройств, компонентов этап эскизно-технического проектирования считается закрытым.

При использовании такого подхода существует значительный недостаток: трудоемкость процесса возвращения и изменения верхних утвержденных уровней. Как правило ошибки и не стыковки могут быть выявлены уже в конечной стадии подбора элементов. В связи с этим возврат и изменение над уровня является не желательным, а иногда не возможным. Так как это повлечет за собой увеличение ресурсов для разработки и выход за требуемые сроки. Применение итерационного подхода ко всей структуре комплекса в значительной степени сокращает возникновение ошибок на низких уровнях. Сейчас для минимизации ошибок такого рода применяются методы экспертных оценок [5].

Автоматизация процесса

Обозначенная проблема проектирования верхнего уровня может быть решена выбором оптимальной структуры. В работе [6] описана возможность оптимизации структуры функций комплекса. Главным условием процесса оптимизации является наличие множества проектных решений. И чем этих проектных решений больше, тем более качественное решение может быть выбрано. Как описано выше, создание такого множества средствами человеческого проектирования задача трудоемкая. Решением к составлению множества структур может быть применение систем автоматизированного проектирования (САПР). Преимущества от применения САПР [7] имеют значительный перечень, вот некоторые из этих преимуществ:

- сокращение времени разработки и проектирования;
- уменьшение итоговой стоимости проекта;
- простота введения и исключения параметров обработки;
- исключение человеческого фактора ошибки;
- возможность применения результатов в САПР следующих этапов без ручного преобразования информации.

Реализация идеи применения САПР для решения описанных задач имеет ряд трудностей. Для разработки такой САПР целесообразно использовать метод автоматизированного проектирования, называемый: метод синтеза [К_9, 10].

При использовании метода синтеза задача решается по определенному алгоритму. В результате работы такого алгоритма получается модель объекта. В информационное обеспечение любой САПР входит библиотека компонентов. Данная библиотека имеет высокую структуризацию, в которой параметры систем имеют перекрестные зависимости. Это позволяет осуществлять подбор компонентов по различным требованиям и с заданной точностью. Главным требованиям к высокой структуризации библиотеки является наличие общей модели и структуры для каждого отдельного компонента. В наше время перечень комплексов, систем и устройств очень широк. Каждый из них выполняет конкретную функцию



или набор функций. Часто возникает многократное дублирование функций в разрабатываемом комплексе, как раз из-за применения готовых решений на различных уровнях. В результате общий коэффициент полезного действия КБО снижается. Так как те же самые функции могли быть реализованы на меньших вычислительных ресурсах. Этот недостаток может быть исключен за счет прогнозирования таких дублирований и их минимизации. В этом случае необходим оптимальный набор компонентов для реализации всего функционала комплекса.

Для этого необходимо формализовать требования к компонентам, которые будут занесены в библиотеку САПР. Необходима однообразная структура. Разделение функций по уровням каждого компонента и деление этих компонентов и функций на функциональные элементы. В результате появляются многоуровневые структуры функций и структуры компонентов комплекса.

Имея четкую организацию в библиотеке САПР, результат структурно-функционального моделирования на основе алгоритма построения и выбора оптимального облика, представляет собой фактически готовое решение, необходимое, которое является результатом этапа эскизно-технического проектирования.

Заключение

Разработка новых комплексов авиационного оборудования в настоящее время является сложным и длительным процессом. На первоначальном этапе эскизно-технического проектирования необходимо учесть все возможные варианты технических решений. Использование в таком вопросе только знаний и навыков человека разработчика не исключает вероятности ошибок, и требует значительных затрат времени. Применение САПР дает явные преимущества. Информационное обеспечение САПР характеризуется информационным наполнением библиотеки компонентов. Алгоритм проектирования структурно-функционального облика КБО основан на методе синтеза проектных решений. Задача декомпозиции функций верхнего уровня является многовариантной и зависит от уровня используемых устройств. Исходя из выше описанного следует, что модель КБО может быть спроектирована на основе уже существующих решений и выбран наиболее оптимальный вариант структуры по заданным критериям.

Список цитируемой литературы

1. ГОСТ РВ 15.203-2001 Порядок выполнения опытно-конструкторских работ по созданию изделий и их составных частей. // Принят Постановлением Госстандарта России от 2 декабря 2001г. № 579-ст.
2. Прилепский В.А. Авиационные приборы: учеб. Пособие. // – Самара: Изд-во Самарского университета, 2016. – 316 с.
3. Jiawei Chen, Chengjun Wang, Jie Chen, Investigation on the Selection of Electric Power System Architecture for Future More Electric Aircraft. // IEEE Transactions on Transportation Electrification. June 2018. Vol 4(2), pp.563-576, DOI: 10.1109/TTE.2018.2792332
4. Антонен Е.В., Смирнова В.И., Федосеева Г.А. Авиационные приборы и пилотажно-навигационные комплексы: учеб. Пособие. В 2 ч. // – Ульяновск: УВАУ ГА, 2007. – 119с.
5. Григан А.М. Управленческая диагностика: теория и практика: Монография // Ростов н/Д: Изд-во РСЭИ, 2009. – 316 с.
6. Хахимов Д.В., Киселев С.К. Оптимизация структуры комплексов бортового оборудования летательных аппаратов на основе оптимизации функциональной структуры на ранних стадиях проектирования. // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2016. №2, т. 12, – С. 65-69



ISSN 2658 – 7505

Выпуск №4, 2019

Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России»

7. Дятлов М. Н., Федотов М. Ю., Федотова Н. В. Оптимизация времени проектирования с использованием современных машиностроительных САПР. // – Казань: Молодой ученый. 2013. №10. – С. 138-140.
8. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: учеб. для вузов. 4-е изд. // – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 430с. ISBN: 978-5-7038-3275-2
9. Силич А.А. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов: учеб. Пособие // – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – 92 с.

© А.В. Хакимов, 2019