

УДК 62.505+629.735.051:681.573.5

Л.Н. Блохин

## **ПРОБЛЕМА И НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ И МОДЕРНИЗАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ БОРТОВЫХ КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ**

*Формулируется и обсуждается важнейшая научно-организационная и научно-техническая проблема передовых отраслей народного хозяйства страны – создание бортовых конкурентноспособных кибернетических комплексов подвижных объектов. Намечены и обсуждены основные стадии ее успешного решения.*

Общеизвестный призыв к производству только конкурентоспособной продукции для сфер создания и применения бортовых кибернетических комплексов подвижных объектов (самолетов, в частности) в условиях жесткой конкуренции на мировом авиарынке особенно актуален. Пренебрежение такой стороной качества указанных комплексов в процессе их создания (модернизации) чревато, во-первых, потерей престижа авиационной державы, во-вторых, большими экономическими потерями страны.

Призыв может остаться лишь призывом, если авиастроительные и авиатранспортные предприятия страны в своей практической деятельности будут руководствоваться давними традиционными подходами к процессам проектирования, доводки, аттестации и сертификации, а также модернизации или модификации обсуждаемых комплексов. Дело в том, что бортовые кибернетические (измерительно-вычислительные и управляющие) комплексы как сложные динамические системы при стохастических эксплуатационных воздействиях, к работе которых предъявлены весьма высокие современные точностные требования, в настоящее время должны создаваться с помощью соответствующих наукоемких технологий только оптимальными по соответствующим точностным критериям, причем оптимальными должны быть структуры и параметры комплексов. Только оптимальность комплексов может обеспечить повышение интегральных точностных показателей, характеризующих качество выполнения процессов навигации и управления реальными подвижными объектами в реальных эксплуатационных условиях, на требуемые 1-2 порядка и тем самым конкурентоспособность движущихся объектов.

Современные бортовые кибернетические комплексы, лучшие образцы которых составляют 60-90 % стоимости подвижных объектов, являются собой “мозг” и “органы чувств” указанных объектов и фактически определяют достижимые уровни качества процессов навигации и управления движением. При используемых традиционных отечественных подходах к созданию комплексов, уровнях понимания действительных проблематики и механизмов обеспечения конкурентоспособности изделий, существующих уровней кибернетической грамотности разработчиков и эксплуатантов не представляется возможным создавать и доводить оптимальные кибернетические комплексы.

Просматривается [1] крупная научно-организационная проблема отечественных авиастроительных и авиатранспортных отраслей народного хозяйства: в кратчайшие сроки и с минимальными затратами материальных средств обеспечить эффективную реализацию процессов создания и аттестации (сертификации) оптимальных бортовых кибернетических комплексов перспективных подвижных объектов.

Для успешного создания оптимальных бортовых кибернетических комплексов первым необходимым предварительным условием является наличие или разработка соответствующего математического обеспечения для оговариваемых наукоемких технологий: оптимальных методов и алгоритмов синтеза, оценивания, комплексирования, фильтрации, идентификации динамических систем и т.п. Особенности указанного математического обеспечения в том, что методы и алгоритмы должны быть, с одной стороны, строго научно обоснованны, с другой, - прозрачны и понятны инженерам-разработчикам. Вторым необходимым предварительным условием следует считать наличие разработанного программного обеспечения, реализующего оговоренное выше математическое обеспечение. Третье необходимое условие - правильные идеализация, физические и математические постановки конкретных научно-технических задач, строгие формулировки целей решений, приводящих к выбору оптимальных структур и параметров бортовых комплексов, обеспечивающих высшее достижимое качество процессов навигации и управления движением (как правило, это условие реализуется лишь научным руководством решаемой проблемы).

Видятся следующие обязательные стадии практической реализации подхода к созданию отечественных конкурентоспособных бортовых кибернетических комплексов, группируемые по указанным ниже целевым признакам.

*1. Априорный сбор и накопление информации о требуемых моделях динамики заданных частей управляемых комплексов (изделий).*

1.1. Стадии определения и уточнения требуемых моделей динамики перспективных подвижных объектов путем проведения и соответствующего оценивания результатов этапов структурной идентификации в штатных режимах движения ближайших прототипов или "действующих" (например, "летающих") моделей разрабатываемых изделий. Как результаты идентификации должны рассматриваться удобные для разработчиков и эксплуатантов модели динамики самого подвижного средства как объекта управления, стабилизации или навигации и возмущающих факторов, действующих на объект в исследуемом режиме движения. Этапы идентификации могут быть успешно проведены лишь на базе соответствующих [2] наукоемких технологий (программ, подстановок конкретных идеализованных задач идентификации, методов и алгоритмов структурной идентификации, аппроксимирующих процедур составления математических моделей и т.п.).

1.2. Стадии динамической аттестации требуемых моделей штатных первичных измерителей (датчиков, блоков датчиков, измерительных систем) в условиях наиболее точной имитации на специальных стендах-генераторах реального пространственного стохастического движения подвижных объектов в интересующих режимах. В качестве базы проведения динамической аттестации необходимо применять наукоемкие технологии, например, [2], структурной идентификации (см. п.1.1) и оптимального оценивания (наблюдения) стохастического состояния сложного динамического объекта при его опосредствованном измерении и отсутствии "эталонов" мгновенных состояний.

1.3. Создание, накопление в национальных постоянно действующих банках моделей динамики соответствующих управляющих и навигационных систем, их основных звеньев, сигналов и помех измерений. Хранимые в банках модели необходимо постоянно уточнять по результатам всех видов испытаний и экспериментальных исследований, а также сертифицировать для каждого нового поколения подвижных комплексов (изделий).

*2. Организация теоретической и технологической баз для процессов создания новых оптимальных и модернизации существующих бортовых кибернетических комплексов как обязательные этапы создания и постоянного совершенствования требуемых наукоемких технологий.*

2.1. Использование существующих [2, 3, 4] и систематическая модернизация [5] применяемых методов и алгоритмов оптимального синтеза систем, оптимальных наблюдателей, комплексирующих вычислителей, идентификационных вычислителей, фильтров и других под постоянным контролем научного руководства решаемой проблемы. Разработка математического обеспечения для успешного решения конкретных сложных научно-технических задач.

2.2. Разработка программного обеспечения и систематическая коррекция программных продуктов, реализующих вышеоговоренное математическое обеспечение решения общих и конкретных научно-технических задач, составляющих исследуемую проблему.

2.3. Организация нетрадиционных для отечественных предприятий подразделений “аналитического” конструирования (проектирования) оптимальных систем и комплексов на предприятиях-разработчиках и эксплуатантах. Создаваемые новые подразделения в своей научно-технической политике должны быть подчинены научному руководству решаемой проблемы. Эти же предприятия под протекторатом научного руководства решаемой проблемы обязаны проводить необходимую идеализацию, осуществлять конкретные постановки сложных научно-технических задач создания и совершенствования оговариваемой кибернетической техники, а также решать конкретные задачи “аналитического конструирования” или “динамического проектирования”.

*3. Решение задач “аналитического конструирования” (“динамического проектирования”) регулятора к сложному стохастически возбуждаемому динамическому объекту.*

Это – самая актуальная и важная для практики стадия создания оптимальных бортовых кибернетических комплексов, фактически и определяющая конкурентоспособность будущей разработки. Именно на этой стадии, осуществляемой на основе соответствующей постановки конкретной задачи, априорной информации о моделях динамики заданной части подвижного комплекса, разработанных и используемых математического и программного обеспечений задачи, до производства огромных материальных и временных затрат на проведение основных этапов проектирования создаваемой разработки решается задача ее “аналитического конструирования”. Результаты решения определяют оптимальные структуры и параметры синтезируемого регулятора движения. Как правило, это вычислительные процедуры и устройства системы стабилизации программного движения объекта, система оптимальной обработки навигационной информации, которые и обеспечивают принципиально достижимые высшие рубежи качества процессов навигации и управления движением. Если используемые критерии качества и алгоритмы синтеза традиционны, то и достижимые предельные рубежи качества интересующих процессов в принципе не зависят от страны-производителя подвижных комплексов.

Этапы, составляющие обсуждаемую стадию, следующие:

- постановка конкретной задачи;
- организация соответствующей вычислительной базы для реализации требуемых математического и программного обеспечений;
- составление и ввод исходной информации;
- непосредственное решение задачи “аналитического конструирования”;
- вывод, осмысление и оформление полученных результатов;

- оценивание прогнозируемых рубежей качества оптимальной системы в ответственных режимах работы, сравнение достижимого качества системы с аналогичными требованиями мировых стандартов, заключение о целесообразности начала циклов работ и затрат на проектирование, производство, испытания, доводку предполагаемой разработки;

- разработка принципиальных электрических схем или программных продуктов, реализующих оптимальные решения;

- выдача соответствующих технических заданий и требований традиционным конструкторским подразделениям предприятия-разработчика на последующие этапы основного проектирования разработки.

Из-за превышения допустимых объемов доклада и нецелесообразности детализации остальных весьма ответственных нетрадиционных стадий работ по созданию оптимальных систем ограничимся лишь их формальным перечислением.

4. *Создание и организация работы имитирующих сложных средств и комплексов для аттестации разрабатываемых систем и комплексов в целом в условиях, близких к реальным, эксплуатационным.*

5. *Разработка методологии проведения, нормативов и организация эффективного функционирования процесса научно-технической экспертизы качества создаваемой разработки на всех основных этапах ее проектирования, производства, исследований, испытаний и доводочных работ.*

6. *Подготовка и переподготовка кадров для подразделений "аналитического конструирования" регуляторов.*

Таким образом, предложен новый нетрадиционный для отечественного приборостроения подход к созданию (модернизации) конкурентоспособных бортовых кибернетических комплексов подвижных объектов.

#### Список литературы

1. Блохин Л.М., Азарсков В.М. Найважливіша науково-організаційна проблема вітчизняної авіації // Вісник ЦНЦ ТАУ, 1999, № 2. – С.5.

2. Блохин Л.Н., Кадышев И.К., Трифонов-Богданов П.И. Основы навигации и пилотажно-навигационные комплексы. - Учебник для вузов ГА /Под ред. Л.Н. Блохина. – М.: Воздуш. транспорт, 1993. – 245 с.

3. *Оптимизация линейных инвариантных во времени систем.* – К.: Наук. думка, 1978. – 327 с.

4. Х. Квакуернаак, Р. Сиван. Линейные оптимальные системы управления. – М.: Мир, 1977. – 650 с.

5. Блохин Л.М. Синтез оптимальних робастних систем стабілізації // Вісник ЦНЦ ТАУ, 1999, № 2. – С.40.

Стаття надійшла до редакції 27 вересня 1999 року.