

СЕКЦИЯ № 2.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Председатели: д.т.н., профессор Салмин В.В.

д.т.н., профессор Куренков В.И.

УДК 629.7.02

Беляков А.А., Шулепов А.И.

ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ И ВЕРИФИКАЦИИ МЕТОДОВ КОМПОНОВКИ БОРТОВОЙ АППАРАТУРЫ В ОТСЕКАХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

При разработке конструкторской документации на космический аппарат (КА) прорабатываются компоновочные решения, обеспечивающие его эффективное целевое функционирование. В частности, для этого необходимо удовлетворять большому количеству требований различной физической природы к размещению бортовой аппаратуры (БА). При выделении одного из критериев для оценки определённых требований в качестве основного и переводе остальных в разряд ограничений разработчики часто сталкиваются с тем, что найденные по разным критериям решения для одного и того же КА вступают в противоречие, из-за чего приходится искать компромиссы.

Вторым следствием отсутствия методик комплексного обеспечения заданных требований к размещению БА является то, что процесс разработки компоновки отсека КА предполагает большое количество итераций и согласующих лиц. Цикл включает в себя этапы, представленные на рисунке 1.

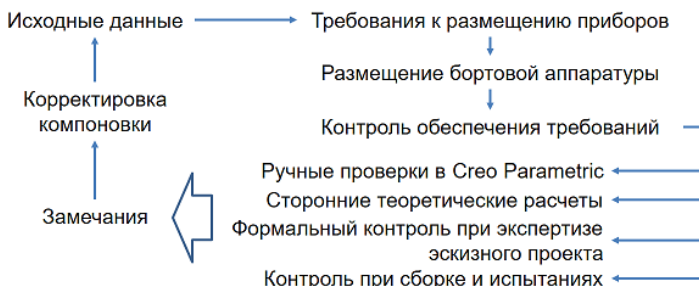


Рис. 1. Цикл разработки компоновки БА в отсеке КА

Как можно видеть, решение частных подзадач с целью обеспечения требований происходит разрозненно и во многих случаях с низкой автоматизацией операций по поиску допустимых решений. Чтобы это преодолеть, необходимо разработать метод консолидации требований, который должен иметь некие преимущества:

1. Учитывать весь спектр требований к размещению БА.
2. Обеспечивать применимость для всех стадий разработки КА.
3. Снижать общее время разработки компоновки отсека.
4. Снижать долю макетирования при проверке выполнения требований.
5. Быть согласованным с имеющимися практикой и регламентами работ.
6. Интегрироваться в системы автоматизированного проектирования.

Таким образом, можно заключить, что задача размещения БА является не только инженерной, но и организационно-технической, что обуславливается потребностью перестраивать процессы обмена данными и их обработки на местах конечными пользователями. Информационные технологии являются основным инструментом при исследовании и решении описанных задач, благодаря чему развиваются PDM/MDM/PLM-системы. С методической точки зрения для

работы этих систем с учётом индивидуальных потребностей клиентов необходимо пройти три основные стадии производства программного продукта: систематизацию, алгоритмизацию, автоматизацию процессов.

Требования к размещению БА можно разделить на группы по воздействию факторам на функциональные, эргономические, монтажные, габаритные, тепловые, по электромагнитной совместимости, виброударные, акустические, радиационные, массо-центровочные. Каждая из представленных групп является самостоятельной областью для фундаментальных и прикладных исследований, поэтому для согласованной работы с требованиями метод консолидации должен иметь в основе механизм их увязки, ограничивающий количество моделируемых параметров и обобщающий результаты на области допускаемых значений. Как следствие, если рассматривать задачу размещения БА в отсеке с организационно-технической позиции, для качественного создания и слаженного тестирования метода консолидации требований необходима широкая кооперация специалистов, чьи исследования посвящены каждой из групп этих требований, а также нужно взаимодействие с конечными пользователями – инженерами, разрабатывающими компоновки приборов.

Вопрос верификации метода также является одним из основных, потому что для его решения приходится либо полностью программировать алгоритмы, либо делать ряд допущений и использовать эмуляторы. Следовательно, для инженерных программ можно выделить два основных пути организации и проведения тестов – на модельных примерах и на реальных изделиях.

Преимуществами тестирования на модельных примерах являются скорость генерации результатов и независимость от ассистентов, но результаты получаются формальными или неисчерпывающими. Этот способ успешно применяется для решения многих инженерных задач, где роль человека сведена к минимуму.

В противовес этому тестирование на реальных изделиях позволяет учитывать эмпирически множество стохастических факторов, связанных с эксплуатацией системы оператором, и тем самым повышать её пользовательские характеристики. Результаты такой верификации зачастую достовернее, но для её организации и проведения необходима помощь специалистов, которые участвуют в постановке эксперимента и обработке его результатов, благодаря чему появляются замечания и предложения по совершенствованию обрабатываемого метода.

Стоит отметить, что описанные выше пути тестирования применимы как при низкой автоматизации метода, когда лишь поддерживается процедура принятия решения оператором при оценке требований, так и при высокой автоматизации, когда метод консолидации требований интегрирован в среду разработки моделей изделий, где проводится оценка выполнения требований без участия оператора.

Не стоит оставлять без внимания и то, что при модернизации процессов, связанных с требованиями к размещению БА, существуют определённые риски, среди которых можно выделить отсутствие унификации метода под изделия, неразрешимость задачи размещения при наличии всех требований одновременно, возникновение взаимоисключающих решений, невозможность программирования алгоритмов, ригидность пользователей. Последствия этих рисков сводятся к тому, что от консолидации требований и их совместной оценки приходится отказаться. Причинами таких рисков могут служить большое количество параметров, условий и рекуррентных методов поиска решений, а также их сложность воспроизведения. В качестве катализаторов рисков могут выступать организационно-методические ошибки, допущенные при разработке метода консолидации требований. С целью профилактики рекомендуется прорабатывать данный метод для каждой группы

требований индивидуально, но при этом в рамках общей концепции, тем самым обеспечивая связность входящих процедур.

Библиографический список

1. Основы компоновки бортового оборудования космических аппаратов: учебное пособие / А.В. Туманов, В.В. Зеленцов, Г.А. Щеглов. – 3-е изд., испр. – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 572 с.

2. Гаврилов, В.Н. Автоматизированная компоновка приборных отсеков летательных аппаратов / В.Н. Гаврилов. – Москва: Машиностроение, 1988. – 136 с.

3. Методика выбора основных проектных характеристик и конструктивного облика космических аппаратов наблюдения: учебное пособие / В.И. Куренков, В.В. Салмин, А.Г. Прохоров. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007. – 160 с.

4. Чернышев, А.В. Технология монтажа, отработки, испытаний и контроля бортовых систем летательных аппаратов: учебное пособие для авиационных вузов / А.В. Чернышев. – Москва: Машиностроение, 1977. – 336 с.

5. Методы и средства экспериментальной отработки автоматических космических аппаратов: учебное пособие / С.И. Ткаченко, О.А. Ткаченко; под ред. Ю.Л. Тарасова. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2002. – 152 с.