

УДК 629.7.022

О некоторых особенностях оптимизации компоновки приборов на поздних стадиях разработки космического аппарата

Беляков Андрей Алексеевич¹

post@rsce.ru

Шулепов Александр Иванович²

shulepov-al@mail.ru

¹ ПАО «РКК «Энергия», Королёв, Московская обл., Россия² Самарский университет, Самара, Россия

Аннотация. Проработаны вопросы, связанные с особенностями оптимизации компоновки бортовой аппаратуры в отсеках космических аппаратов на стадии разработки рабочей конструкторской документации. Приводятся методические рекомендации по учету этих особенностей.

Ключевые слова: бортовая аппаратура, компоновка приборов, оптимизация компоновки, отсек космического аппарата, конструкторская документация

Введение. При отработке методики оптимизации компоновки приборов внутри отсеков космических аппаратов (КА) на стадии разработки рабочей конструкторской документации (РКД) было выявлено следующее [1–3]:

- РКД на бортовые системы КА, отражающая подключения приборов, разрабатывается последовательно-параллельно, и сроки ее выпуска распределены во времени так, что разработка РКД монтажей приборов также начинается последовательно-параллельно;

- приборный состав бортовых систем может значительно изменяться по разным причинам (смена поставщиков, переоснащение КА и т. п.);

- РКД на корпуса отсеков КА тоже может значительно изменяться из-за корректировок на производстве при закладке и изготовлении макетных образцов;

- пространственная ориентация приборов в отсеке КА электроразъемами в сторону, противоположную рабочему месту монтажника радиоэлектронной аппаратуры допускается, если приборы размещаются на откидных панелях;

- решение о применении термоплат, термоплит, термодоклейки принимается раньше на другой стадии разработки КА, что влечет корректировку тепловых расчетов в случае оптимизации компоновки по тепловым параметрам;

- конструкция монтажа приборов во многом зависит от перечисленных выше факторов.

Чтобы результат оптимизации компоновки был реализован в полной мере, необходимо обеспечить пригодность используемой методики при наличии данных особенностей.

Методические рекомендации. Для оперативного обновления исходных данных (по геометрии корпусов отсеков КА и приборов, по тепловым характеристикам приборов, по электрическим схемам бортовых систем, по различ-

ным группам технических требований в общем) в методике оптимизации компоновки приборов следует предусмотреть возможность внесения изменений в текущее решение без повторного моделирования всей компоновки вновь. Это сделать гораздо легче, если оптимизационная модель построена в концепции адаптивизации. Если изменяется один или несколько параметров (ограничений) задачи размещения приборов, то эти данные будут переданы в соответствующую вычислительную процедуру, и компоновка будет изменена по месту (локально). Если же изменение исходных данных затрагивает значительный объем приборов или требований, то компоновку следует перестроить целиком.

Наличие конструктивных элементов, обеспечивающих тепловой режим в отсеке КА, должно быть учтено в исходных данных — в тепловых и геометрических параметрах моделей приборов. Если в результате оптимизации компоновки приборов выясняется, что на каких-то местах возможно исключить термостабилизирующий конструктивный элемент, то изменение в РКД монтажа приборов и бортовой системы должно быть согласовано.

Принимать решение об изменении пространственной ориентации электронных моделей приборов в электронной модели отсека КА следует после оценки совместного выполнения эргономических, габаритных, монтажных требований. Если изменение не затрагивает рядом размещенные приборы, то его необходимо реализовать. В ином случае нужно выполнить повторную оценку массы бортовой кабельной сети. При небольшом приращении массы кабелей такое изменение проводить допустимо. В исключительных случаях данное решение принимается разработчиком по собственному усмотрению, а не на основании расчетных оценок выполнения тех или иных требований к компоновке приборов.

Заключение. Учет рассмотренных особенностей позволяет эффективнее оптимизировать компоновку приборов внутри отсека КА за счет совершенствования математического и программного обеспечения методики. Конкретные технические решения следует формировать исходя из контекста используемого метода оптимизации.

Список источников

- [1] Маркин Л.В., Корн Г.В., Куи Мин Хван, Е Вин Тун. Дискретные модели геометрического моделирования компоновок авиационной техники. *Труды МАИ*, 2016, № 86, с. 1–30.
- [2] Беляков А.А., Шулепов А.И., Прокопьев Е.В., Мурадов А.А. Папазов В.М. Методика предварительной эргономической оптимизации компоновки бортовой аппаратуры в отсеках пилотируемых космических аппаратов и космических станций. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2024, № 7, с. 1–18. EDN: RLOPKG
- [3] Wei Cong, Yong Zhao, Bingxiao Du, Senlin Huo, Xianqi Chen. A Spacecraft Equipment Layout Optimization Method for Diverse and Competitive Design. *Computer Modeling in Engineering and Sciences*, 2023, vol. 136, no.1. pp. 621–654.
<https://doi.org/10.32604/cmescs.2023.025143>