

УДК 629.78.001.2

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЗНАЧЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ МАССЫ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ ПРИ ЗАДАННЫХ ЗНАЧЕНИЯХ МАССЫ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

Шулёпов А. И., Тарасов Ю. Л., Андреев С.В., Ткаченко И.С.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

В настоящее время известны случаи запуска маломассогабаритных космических аппаратов (МКА), как присоединённой массы, совместно со значительно большими по массе основными космическими аппаратами (КА), выводимыми ракетой-носителем (РН). Такие МКА размещаются в свободных объёмах внутри переходных отсеков последних ступеней РН или на поверхности КА.

Задача размещения присоединённой массы в виде малых субспутников различного назначения (отработка раскрытия малогабаритных гибких конструкций в космосе, проведение попутного эксперимента по оценке влияния фактора космического пространства на конструкционные материалы и другое) относится к задачам позиционного геометрического проектирования. Такие задачи отличаются большой трудоёмкостью. Это объясняется сложностью форм современных летательных аппаратов (ракет носителей, космических аппаратов и т.д.) большим количеством размещаемых приборов и агрегатов, как в отсеках верхних ступеней, так и на внешней поверхности, разнообразием требований к их размещению и подвижностью отдельных элементов блочного состава бортового оборудования. Кроме того при проектировании летательных аппаратов (ЛА), как правило, используется широкая номенклатура бортовых устройств, имеющих разнообразную геометрическую форму и проектные параметры, и составить единую математическую модель невозможно.

В данной работе рассматриваются вопросы, связанные с решением задачи повышения значения относительной массы полезной нагрузки при заданных значениях массы базового КА. Обосновывается выбор базового КА, располагающего необходимым резервом массы и объёма, уровня массово-центровочных характеристик с учётом масс присоединённых объектов, обеспечения уровня нагружения как субспутника, так и носителя при расчётных случаях.

При проектировании ракетной техники для оценки её массовых составляющих используются относительные массовые показатели. При известном ограничении на максимальную стартовую массу, используя относительные массовые показатели, можно оценить затраты на конструкцию, отдельные системы, агрегаты, а также на присоединённую массу и массу полезного груза. Показано, что если при определении основных массовых составляющих массы разделить на группы и выделить отдельно присоединённую массу (в нашем случае МКА), то при стремлении показателя энергомассовой эффективности системы к единице, мы стремимся к увеличению массы полезной нагрузки по отношению к стартовой массе. При фиксированном значении относительных масс основных систем (базовый КА известен, его массы обеспечивающих систем, полезной нагрузки известны), чем больше показатель энергомассовой эффективности, тем больше присоединённая масса.

Показано, что данная задача относится к решению задач нелинейного математического программирования, которая не может быть полностью формализована на всех этапах проектирования. Предложены частные приёмы решения задачи, использующие приемы регуляризации области решения, которые позволяют получать инженерное решение при отыскании допустимого вектора проектных параметров системы, у которой показатель энергомассовой эффективности стремится к максимуму.