

УДК 629.786.2

Применение комплекса моделирования для расчета энергобаланса систем электроснабжения перспективных орбитальных комплексов

Тормышева Екатерина Юрьевна^(*)

ekaterina.tormysheva@sfoc.ru

Сапоженков Алексей Борисович

alexey.sapozhenkov@sfoc.ru

ПАО «РКК «Энергия», Королев, Московская обл., Россия

Аннотация. В работе сформулирован подход для выполнения расчета энергобаланса систем электроснабжения (СЭС) орбитальных комплексов (ОК), проанализирован опыт использования комплексов моделирования (КМ) энергобаланса действующих систем электропитания (СЭП) Служебного модуля «Звезда» (СМ) и многоцелевого лабораторного модуля «Наука» (МЛМ) российского сегмента (РС) Международной космической станции (МКС), предложен алгоритм для разработки специального программно-математического обеспечения (СПМО) для расчета энергобаланса СЭС перспективных ОК.

Ключевые слова: система электроснабжения, энергобаланс, эффективность солнечных батарей, комплекс моделирования, приход электроэнергии, расход электроэнергии

Введение. Прогнозирование энергобаланса является одной из ключевых задач эксплуатации СЭС ОК. В процессе полета возникают нештатные ситуации, требующие максимально быстрого принятия решений в части распределения нагрузок, изменения конфигурации и режимов работы бортовых систем (БС). С целью снижения вероятности ошибок и сокращения временных затрат при расчете энергобаланса специалистами по эксплуатации СЭС используются КМ, алгоритмы которых предлагается усовершенствовать для перспективных ОК.

Материалы и методы; результаты. Все СЭС, реализованные в российской орбитальной космической технике, основаны на принципе генерирования электроэнергии солнечными батареями (СБ) и ее сохранения аккумуляторными батареями (АБ). Успешный опыт летной эксплуатации СЭП СМ и СЭС МЛМ ОК РС МКС подтверждают эффективность подобных проектных решений [1].

Общий метод расчета энергобаланса заключается в формировании и анализе временных профилей тока СБ, тока нагрузки и разрядно-зарядной характеристики АБ. Сложность интегрирования электропотребления нагрузки обусловлена распределением энергоемких потребителей в интервале моделирования.

Прогноз приходов солнечной энергии зависит от светотеневой обстановки, угла Солнца относительно плоскости орбиты, конфигурации ОК и ориентации СБ [2]. Значительное влияние на количество вырабатываемой электроэнергии оказывает состояние генераторов СБ, которые при длительной

эксплуатации деградируют из-за различных негативных факторов: повреждений частицами космического мусора, больших перепадов температур за орбитальный виток, воздействия радиационных поясов Земли и солнечных космических лучей. Для определения степени деградации СБ регулярно выполняется оценка их эффективности, заключающаяся в получении данных о производительности СБ при заданных условиях и последующем проведении ряда расчетов, которые не автоматизированы и занимают значительное время. При разработке перспективных КМ предлагается заложить возможность выполнения данных расчетов программными средствами, что позволит максимально точно прогнозировать выработку электроэнергии СБ.

С учетом вышеперечисленных факторов, СПМО КМ СЭС перспективных ОК предлагается реализовать в виде комплекта следующих программных модулей: математических моделей прогноза выработки электроэнергии СБ, расчета оценки эффективности СБ и прогноза расхода электроэнергии, модели СЭС как многоконтурной системы регулирования (пользовательский интерфейс, объединяющий все модули в единый комплекс), модуля совмещения данных моделирования с фактическими данными телеметрической информации (повысит точность прогнозирования энергобаланса и сократит время принятия решений в оперативном контуре управления), интегрирующего сегмента (обеспечит информационный обмен с другими участниками управления полетом), базы данных.

Заключение. Рассмотренный подход позволяет повысить надежность выполнения задач по расчету энергобаланса СЭС перспективных ОК. Его целесообразно применить при разработке СПМО КМ СЭС модулей ОК РОС.

Список источников

- [1] Зернов А.С., Николаев В.Д. Опыт эксплуатации солнечных батарей служебного модуля Международной космической станции. *Космическая техника и технологии*, 2016, № 1, с. 21–38.
- [2] Ахмедов М.Р. *Методика проектирования орбитальных и транспортных модулей с солнечными батареями большой мощности*. Дис. ... канд. техн. наук. Королев, 2019, 186 с.