

ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление Правительства РФ от 30 декабря 2003 г. N 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации ЧС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/70552494/> (дата обращения: 26.02.2018).
2. Рысев Д.В. Автоматизированные системы. Управления и связь / Д.В Рысев, В.С. Сердюк, С.Ф. Храпский / под ред. Д.В Рысева. – Омск: Из-во ОмГТУ, 2013. – 132 с.
3. Каймонов О.С., Газизов Т.Т. Новый подход к обеспечению бесперебойной КВ-радиосвязи в системе МЧС России // Матер. XI Междунар. науч.-практ. конф. «Электронные средства и системы управления», Томск, 25–27 ноября 2015. – Томск: В-Спектр, 2015. – Ч. 2. – С. 30–33.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА: ОБЗОР

А.В. Медведев, студент

*Научный руководитель П.Е. Орлов, доцент каф. ТУ, к.т.н.
г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, medart20@rambler.ru*

При создании необслуживаемых радиоэлектронных средств (НРС) большое внимание уделяется надежности и электромагнитной совместимости (ЭМС). К сожалению, классические технические методы обеспечения ЭМС (экранирование, фильтрация, заземление) в нужной мере не обеспечивают ЭМС НРС, ухудшая при этом массогабаритные характеристики изделия. Для решения данной проблемы необходима разработка нетрадиционных методов обеспечения ЭМС, основанных на системных эффектах и не вносящих новых элементов в конструкцию.

Энергосистема космического аппарата (КА) представляет собой НРС, которая имеет уникальные характеристики и нормы отличные от большинства других энергосистем. Поэтому, прежде всего, система должна быть высоконадежной и помехоустойчивой. При движении на орбите система электропитания КА работает полностью в автономном режиме, ее ремонт и замена практически невозможны. Выход из строя энергосистемы может привести к потере КА. В то же время нецелесообразно повышать надежность энергосистемы только лишь за счет увеличения избыточности системы: мало того, что стоимость энергосистемы является большой, но что более важно, полезная нагрузка КА строго ограничена.

Цель работы – выполнить обзор методов к повышению помехоустойчивости и надежности энергосистемы КА.

Система электропитания обычно состоит из солнечной батареи, аккумулятора и регулятора мощности, регулирующий поток мощности между различными компонентами для управления напряжением на шине. В зависимости от того как батарея подключена к шине, системы бывают: регулируемые солнцем, полностью регулируемые. В регулируемой солнцем шине (применяется в системах, где требования к мощности нагрузки до 3 кВт), скорость заряда батареи контролируется регулятором мощности, но разряжается батарея непосредственно на шину через диод, а заряжается через регулятор мощности. Шина при такой системе проста и, следовательно, более надежна. Однако, изменение номинального напряжения на шине достигает 25%, что требует дополнительного оборудования для контроля качества постоянного напряжения, поступающего от источника в распределительное устройство. В полностью регулируемой шине (применяется в системах, где требования к мощности нагрузки выше 3 кВт), когда заряд и разряд батареи контролируются регулятором мощности, напряжение шины контролируется в пределах нескольких процентов за весь период орбиты. Подобные системы позволяют не задействовать дополнительное оборудование для контроля качества постоянного напряжения. Так, типичное изменение напряжения на шине составляет от 2 до 5% от номинального напряжения [1].

Для увеличения надежности сети электропитания применяют комбинированную архитектуру распределения [2, 3]. В которой используются несколько источников, каждый из которой имеет в своей цепи защитную аппаратуру, устройство коммутации (применяются механические контакторы) и распределительное устройство. Чаще всего в качестве распределительного устройства используется обыкновенная шина. К каждой шине подключена своя группа потребителей. В нормальном режиме работы устройства коммутации разомкнуты, поэтому источники питают каждый свою группу потребителей. Но, когда отказывает один или несколько из источников или шин, система может работать как децентрализованная или как централизованная. Кроме того, существует два метода увеличения надежности комбинированной системы распределения электропитания, прежде всего, структурное резервирование распределительной шины, а также использование в место механических контакторов твердотельные регуляторы мощности. Отмечается, что опираться на один метод недостаточно, для повышения систематической надежности необходимы полная система прогнозирования управления и отказа, технология самоконтроля и ее методы.

Одним из методов увеличения надежности системы распределения электропитания является реализация топологии кольцевой шины.

Кольцевая шина – это топология, которая предоставляет возможность многократного перераспределения, при этом минимизируется аппаратное обеспечение в отличие от радиальной топологии. Оптимальным вариантом является топология нескольких связанных кольцевых шин. В работе [4] предложен анализ варианта комбинированной системы из трех шин. У каждой шины есть свой первичный источник постоянного напряжения и аккумулятор большой емкости. В данной работе система кольцевых шин считается регулируемой системой постоянного тока с напряжением 120 В. Цель рассмотренной работы заключается в оптимизации: максимизации общего тока зарядки аккумулятора или минимизация тока разрядки. Допускается, что рабочее напряжение в системе с постоянными параметрами, эквивалентно максимальной мощности заряда батареи. Емкость источников постоянного напряжения и батарей каждого кольца может отличаться, поэтому желательно ими управлять одинаковыми коэффициентами нагрузки вместо одинаковых мощностей. Это условие обеспечивает надлежащее распределение мощности между источниками и батареями, избегая неравномерность использования. Наконец, ток обмена должен быть как можно более низким.

В работе [5] предложено модальное резервирование – способ резервирования электрических соединений, отличающийся учётом электромагнитных связей между резервируемым (активный) и резервным (пассивный) проводниками резервируемой и резервной цепей. Результатом является уменьшение восприимчивости резервируемой цепи к внешним кондуктивным эмиссиям и уменьшение уровня кондуктивных эмиссий от резервируемой цепи. В случае выхода из строя резервируемой цепи, в резервной цепи будет достигаться аналогичный результат.

Таким образом, приведенный краткий обзор методов повышения надежности энергосистемы КА показывает, что наличие структурной избыточности позволяет искать пути рациональной компоновки и трассировки шин электропитания для повышения помехоустойчивости.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации по проекту RFMEFI57417 X0172.

ЛИТЕРАТУРА

1. Patel M.R. *Spacecraft Power Systems* // CRC Press. – 2005. – 691 p.
2. Петровичев М.А., Гуртов А.С. Система энергоснабжения бортового комплекса космических аппаратов. – Изд-во СГАУ, 2007. – С. 87.
3. Lingjie K., Shanshui Y., Li W. Analysis on power supply and distribution system for spacecraft based on reliability // 2013 15th European Conference on Power Electronics and Applications (EPE). – 2013. – P. 1–9.

4. Momoh A.J., Xu K. Maximizing Serviceability of a Ring-Bus Power System in an Spacecraft by Implementing Multiple Objectives // 2005/2006 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition. – 2006. – P. 909–914.

5. Gazizov T.R., Orlov P.E., Zabolotsky A.M., Kuksenko S.P. New concept of critical infrastructure strengthening // Proc. of the 13th Int. Conf. of Numerical Analysis and Applied Mathematics. – 2015. – P. 1–3.

БИЗНЕС-ПЛАН ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ЭКРАНИРОВАННОЙ ТЕМ-КАМЕРЫ

Д.А. Мозгова, магистрант; Е.С. Полунина, студентка

Научный руководитель М.Е. Комнатнов, доцент каф. ТУ, к.т.н.

г. Томск, ТУСУР, каф. ТУ, mozgovadarya@bk.ru

Важной частью развития экономики любой страны являются инновации. Особенно это актуально в части разработок, относящихся к радиоэлектронной промышленности, так как они интегрируются во все сферы жизни, начиная от гражданского сектора и заканчивая военным. В РФ данная инициатива отражена на законодательном уровне и подкрепляется различными программами финансирования для развития радиоэлектронной промышленности [1–3]. Для многих инновационных проектов сложности начинаются после перехода на 4–5 стадию этапа инновационного цикла (прототипирование, малая серия) [4], когда государство прекращает финансовую поддержку в рамках НИОКР. Дальнейшее развитие возможно при заинтересованности инвесторов из бизнес-сферы и различных компаний.

На базе научно-исследовательской лаборатории «Безопасность и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств» ТУСУР разрабатывается «Климатическая экранированная ТЕМ-камера» (КЭК) [5]. Однако для поиска финансирования проекта необходимо создать инвестиционный бизнес-план (БП).

Цель работы – создать инвестиционный БП для КЭК.

Разработанный БП для КЭК в полной мере отражает суть проекта, основные экономические показатели и перспективы выхода на рынок. БП включает в себя следующие разделы:

1. *Резюме проекта.* Приведено краткое описание и цель проекта, справка о команде, сроки реализации и окупаемости проекта, указано необходимое (финансовые, производственные и кадровые ресурсы) обеспечение проекта. Указан общий бюджет проекта и источники финансирования. Ключевые показатели эффективности реализации (KPI) проекта за весь срок реализации: объем необходимых инвестиций, чистый приведенный доход (NPV), индекс прибыльности (PI), ставка дисконтирования.