

УДК 681.11.031.1

## МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ В СИСТЕМЕ ПИТАНИЯ СПУТНИКА CUBESAT-3U

© Ищанов А.В., Старостина Т.В., Кумарин А.А.

e-mail: samara-tanya2000@mail.ru

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Для снабжения всей аппаратуры наноспутников (НС) электроэнергией служит система энергопитания (СЭП). Задачи СЭП достаточно сложны, она должна снабжать энергией весь НС, так как НС имеют ограничения по массе и габаритам, а также используются промышленное оборудование, это может привести к ограничению мощности энергосистемы, снижению срока службы спутника и невозможности выполнения задач, для которых необходима высокая пиковая мощность [1].

В данной работе предлагается решение этих проблем применением суперконденсаторов (СК) в качестве вспомогательного накопителя электрической энергии.

Целью работы является разработка системы электропитания для наноспутников, с использованием суперконденсаторов [2]. СК способны брать на себя часть нагрузки аккумуляторов, снижая для них токи потребления и заряда, тем самым продлевая срок службы. В работе исследуются возможные способы включения СК в состав СЭП: в качестве входного буфера энергии для сглаживания заряда АКБ, в качестве выходного буфера энергии для снижения нагрузки на АКБ и питания мощной непродолжительной нагрузки, а также в качестве параллельного буфера, сглаживающего пульсации и просадки напряжения.

В работе разработана схема, позволяющая максимально использовать все преимущества СК. Также разработаны схемотехнические решения для отдельных частей системы. Проведено испытание одной из схем, по результатам которого было выявлено, что СК позволяет не терять значительное количество энергии за счет снятия ограничения на скорость заряда.

После снятия всех показаний было проведена визуализация с помощью приложения, разработанного в среде MATLAB, которое позволяло визуализировать напряжение на каждом СК, напряжение на АКБ и состояние выходов системы. Для проверки работоспособности суперконденсаторов в вакууме в широком диапазоне температур были проведены испытания в термовакуумной камере. Они показали, что использованные СК штатно функционируют в условиях колебания температуры от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  при высоком вакууме, что делает СК пригодным для использования на борту наноспутника.

В дополнение, была разработана концептуальная схема, позволяющая использовать свойства СК, наиболее востребованные в текущих условиях эксплуатации. Это достигается специально разработанной структурой системы, системой ключей и зарядных устройств.

В заключение хочется отметить, что в работе было подобрано необходимое оборудование, разработано несколько схем СЭП, приведены возможные схемотехнические решения для узлов в отдельности, проведена визуализация данных, собран макет рабочей системы.

### Библиографический список

1. Кумарин А.А. Оценка применимости двухслойных конденсаторов в системе питания наноспутника // Завалишинские чтения: молодежная секция: сб. докл. СПб.: ГУАП, 2018. С. 148-150
2. A.A. Kumarin, I.A. Kudryavtsev. Modelling the EDLC-based Power Supply Module for a Maneuvering System of a Nanosatellite. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering Vol. 302. No. 1. 2018. P. 1-6