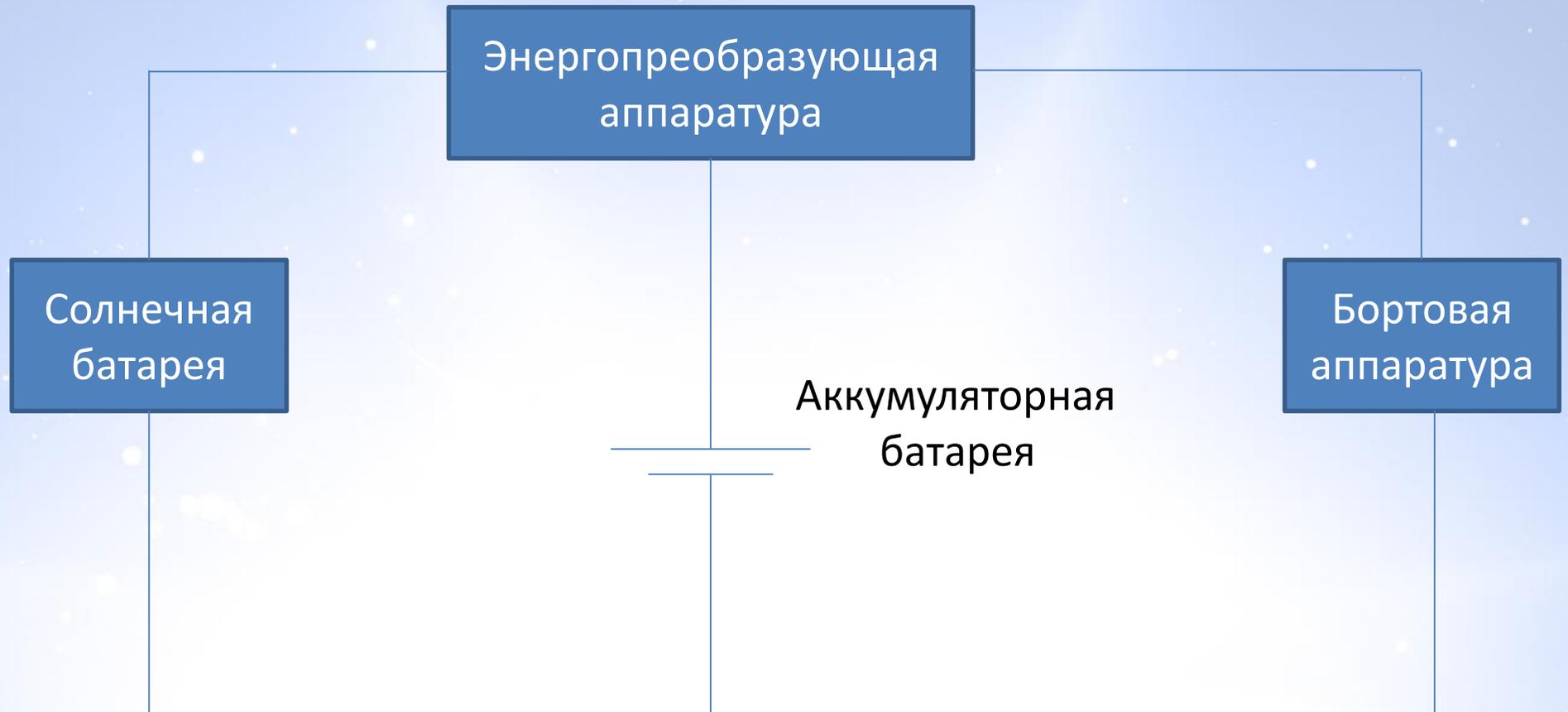


XVII Всероссийская открытая конференция
“Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”

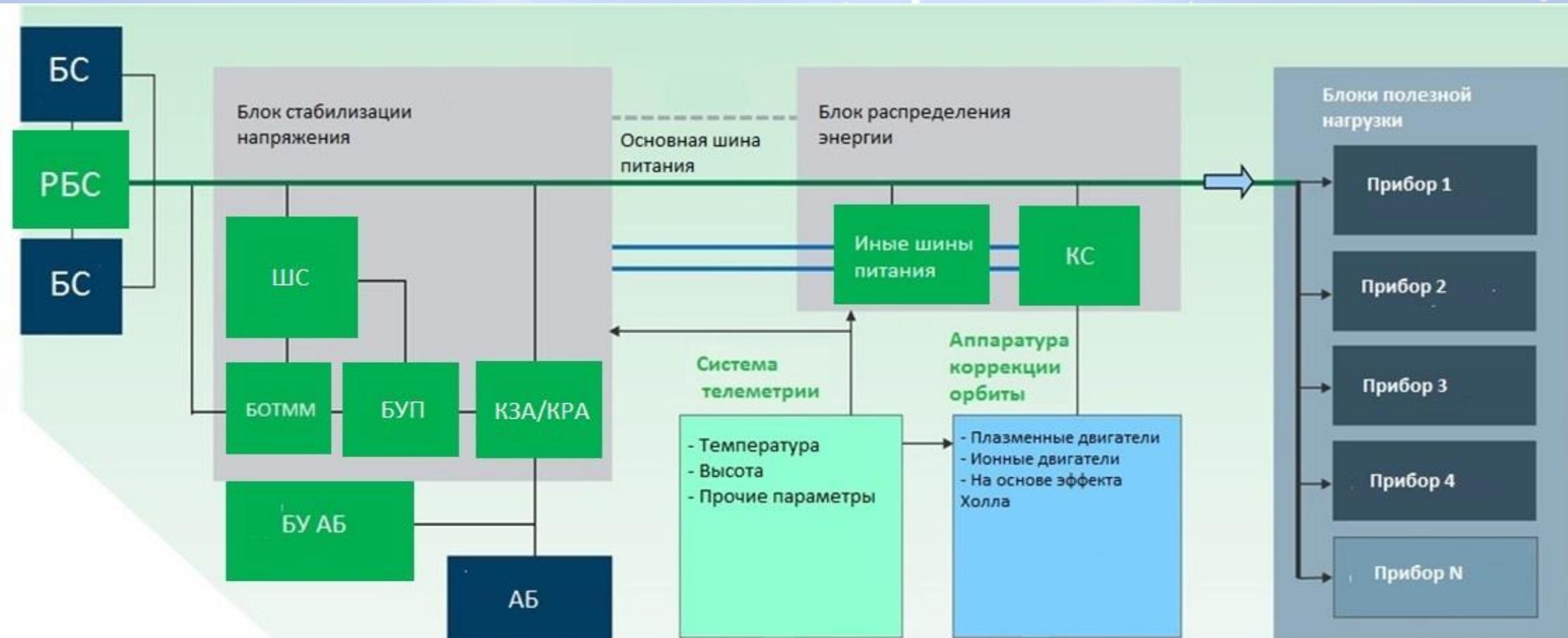
Применение плёночных конденсаторов на основе полиэтилентерефталата для обеспечения надёжности систем электропитания спутников ДЗЗ

16-20 ноября 2020, ИКИ РАН

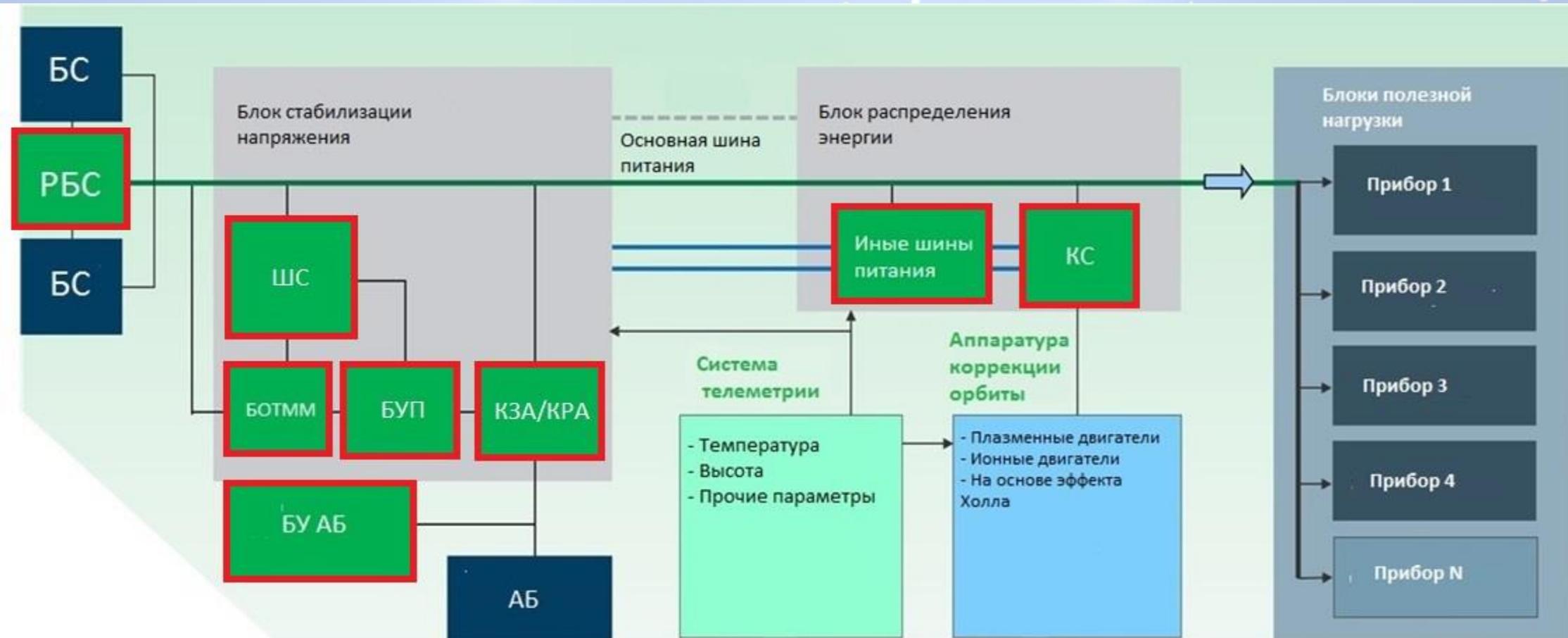
1. Общие сведения о системах электропитания (СЭП) космических аппаратов (КА)
2. Требования, предъявляемые к конденсаторам для СЭП
3. Типы конденсаторов для СЭП
4. Особенности применения конденсаторов на основе PЕТ для СЭП КА
5. Примеры реализованных систем
6. Заключение



Общие сведения о СЭП КА

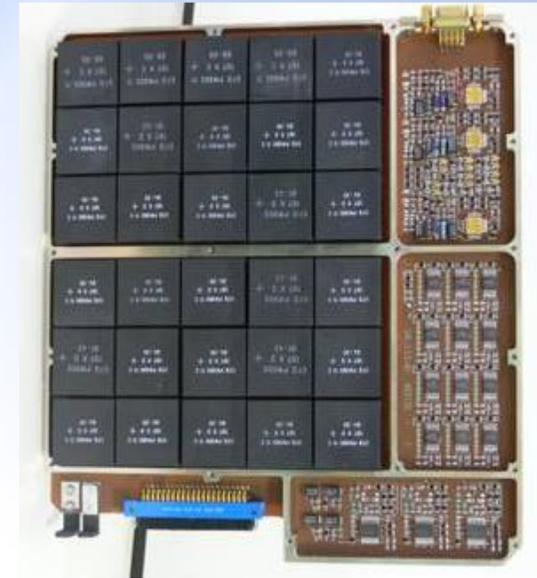


Общие сведения о СЭП КА



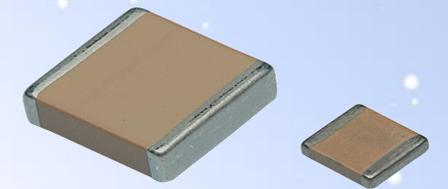
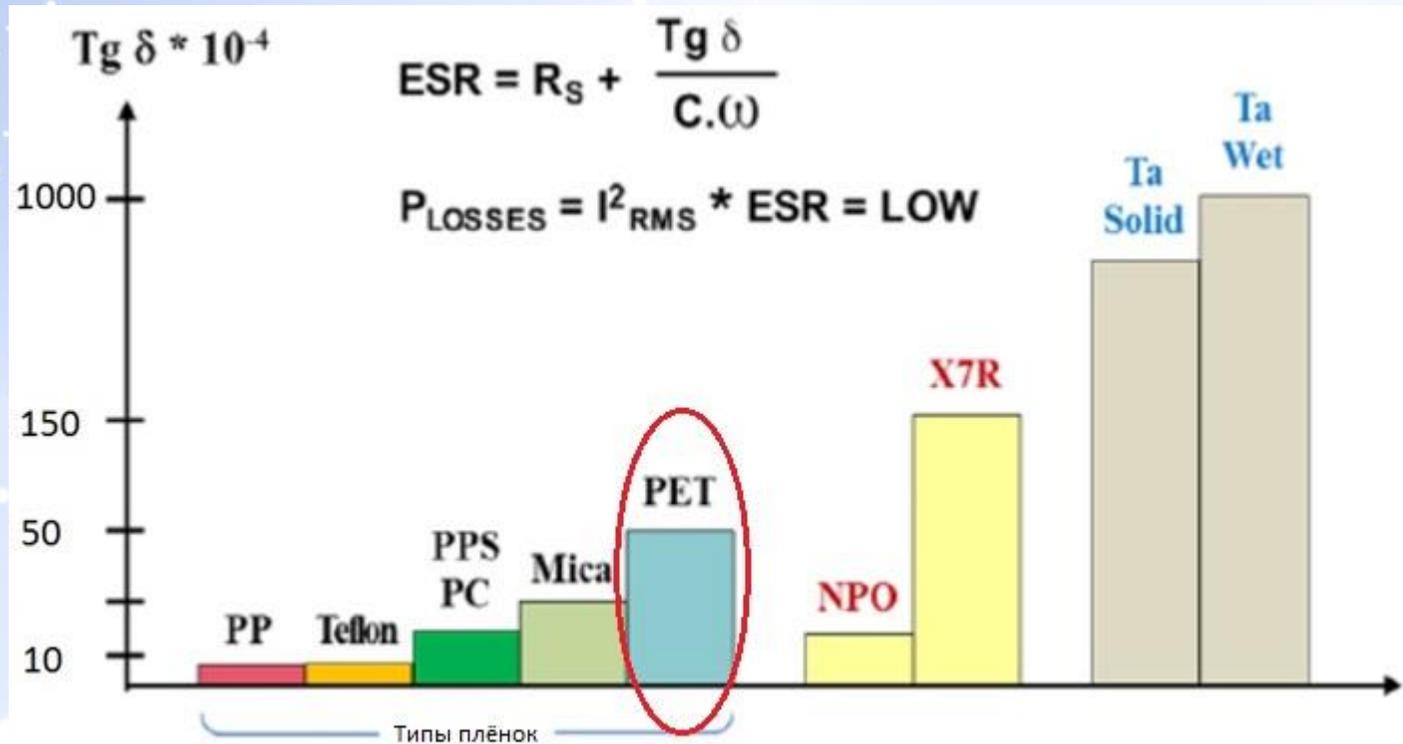
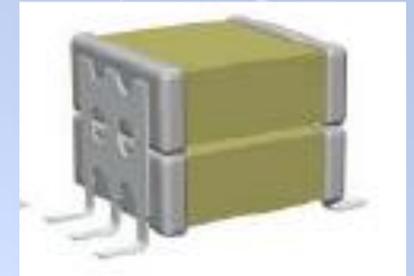
Требования, предъявляемые к конденсаторам для СЭП

1. Надежность (САС 15-20 лет).
2. Высокая удельная ёмкость для минимизации массы и габаритов.
3. Низкое значение ESR/ESL на частотах 0,1-1,0 МГц.
4. Работа на напряжении шины питания 50-100В и выше.



Типы конденсаторов для СЭП

1. Керамические конденсаторы
2. Танталовые конденсаторы
3. Плёночные конденсаторы



Некоторые характеристики плёнки на основе PET:

- Минимальная толщина: 8 – 10 мкм
- Удельное объёмное электрическое сопротивление: 10 Ом-м (при 20⁰C), 1-10 Ом-м (при +155⁰C)
- Электрическая прочность при 20⁰C: 160 – 270 кВ/мм
- Электрическая прочность при 155⁰C: 50 – 10 кВ/мм

Особенности применения конденсаторов на основе PET для СЭП

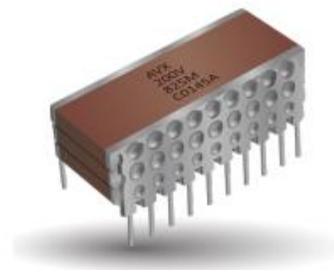
Характеристика		Плёночный диэлектрик (PET)	Керамика X7R
Надёжность	Свойство самовосстановления	Есть	нет
	Режим отказа	Обрыв цепи	Короткое замыкание
Дрейф ёмкости	Дрейф ёмкости под воздействием U_R	нет	-25%/-40%
	Под воздействием рабочих температур (-55... +125°C)	-5%/+8%	+15%/-15%
	Резкий перепад температуры	±3%	±7,5%
	Процесс пайки	±3%	±7,5%
	В процессе эксплуатации (старение)	±5%	±12,5%

Особенности применения конденсаторов на основе PET для СЭП

Характеристика		Плёночный диэлектрик (PET)	Керамика X7R
Характеристики под воздействием переменного напряжения	Потери ($\text{tg } \delta$)	$< 50 \times 10^{-4}$ типовое значение	$< 150 \times 10^{-4}$ типовое значение
	Среднеквадратичное значение тока	Высокое (из-за низких ESL и ESR)	Ниже (из-за высоких потерь)
	Процесс разряда	Высокие значения dV/dt и i^2t	Возможно растрескивание
Термомеханические параметры	Масса (при одинаковых габаритах)	Лёгкий (~4 раза легче)	Тяжёлый
	Термомеханические воздействия	Не восприимчив	Возможно растрескивание
Плотность энергии	Порог минимального напряжения	$> 50 \text{ В}$	Несколько вольт
	Типоразмер	Не лимитирован (корпус)	Чип

Особенности применения конденсаторов на основе PET для СЭП

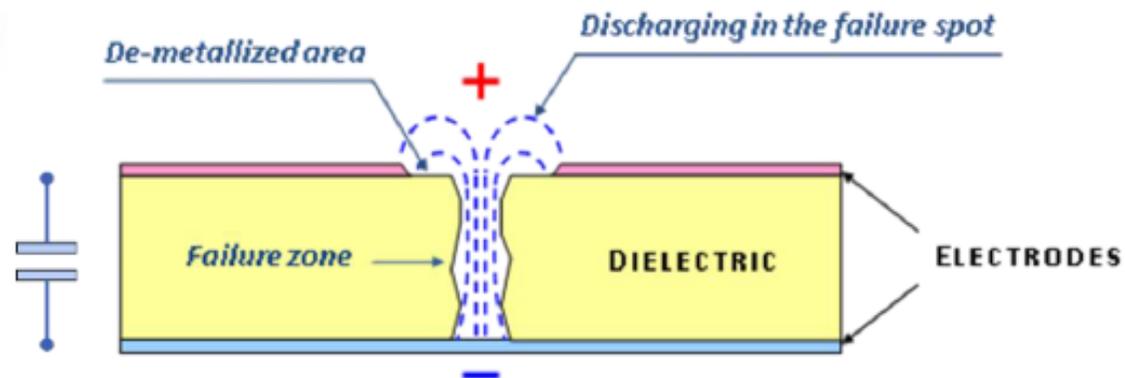
Тип диэлектрика	Тип конденсатора	Ёмкость/напряжение	Размеры, мм	Вес, грамм
X7R	CH62	3,3 мкФ 10% 200В	0,587x0,535x0,291	10
PET	PM948S-2	2,2 мкФ 10% 170В	0,610x0,453x0,315	2,1
	PM948S-2	2,2 мкФ 10% 200 В	0,610x0,453x0,394	2,6



Особенности применения конденсаторов на основе PET для СЭП

Плёночные конденсаторы целесообразно применять в следующих случаях:

- в электрических цепях с напряжением выше 50 В.
- при повышенных механических нагрузках.
- на частотах в сотни килогерц
- в узлах СЭП, где наиболее высока вероятность пробоя диэлектрика:



Особенности применения конденсаторов на основе PЕТ для СЭП

Номер стандарта ESA	Наименование серии конденсаторов
3006/019	Конденсаторы постоянной емкости на основе серии MKT
3006/020	Конденсаторы постоянной емкости на основе серии PM90S
3006/024	Конденсаторы постоянной емкости на основе серии PM94S
3006/025	Конденсаторы постоянной емкости на основе серии PM907S
3006/026	Конденсаторы постоянной емкости на основе серии PM948S

<https://escies.org/specfamily/view>

Примеры блоков СЭП, реализованных с применением конденсаторов на основе PЕТ

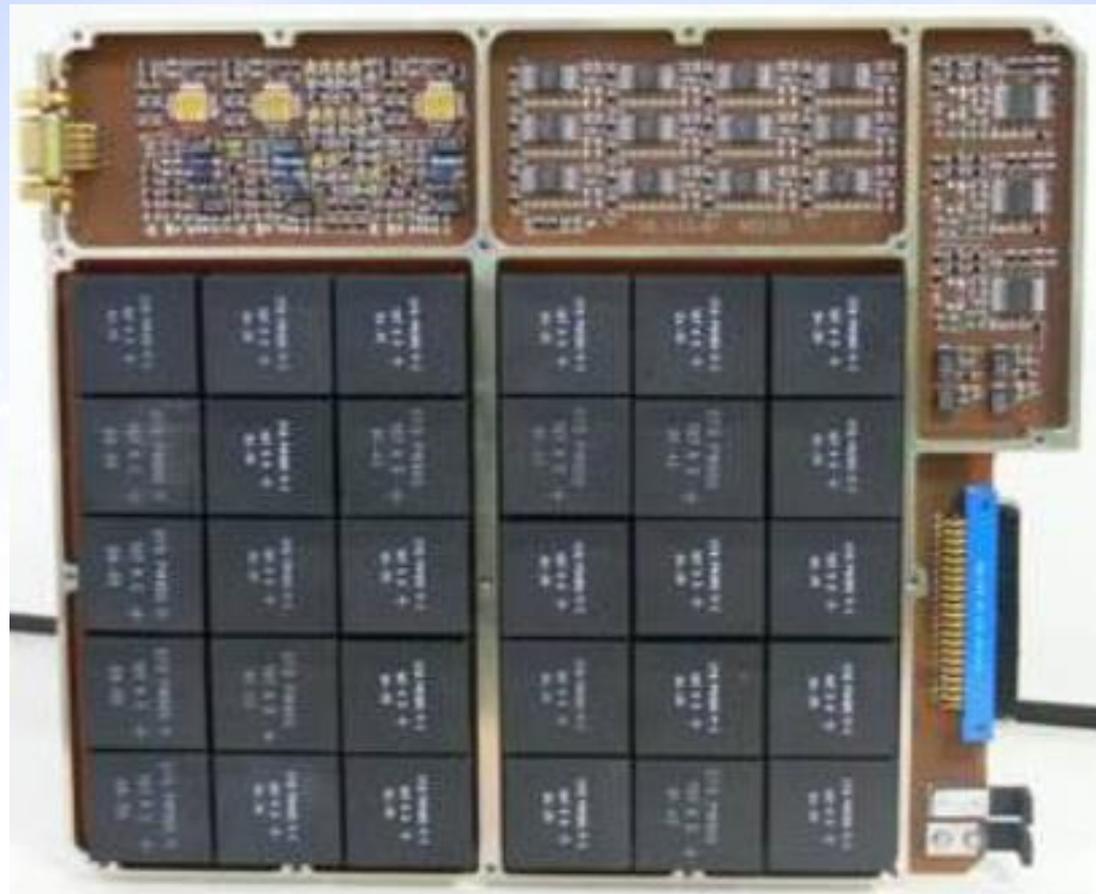
Подсистемы СЭП с применением конденсаторов на основе PET

Регулятор заряда аккумуляторов (ALPHABUS)



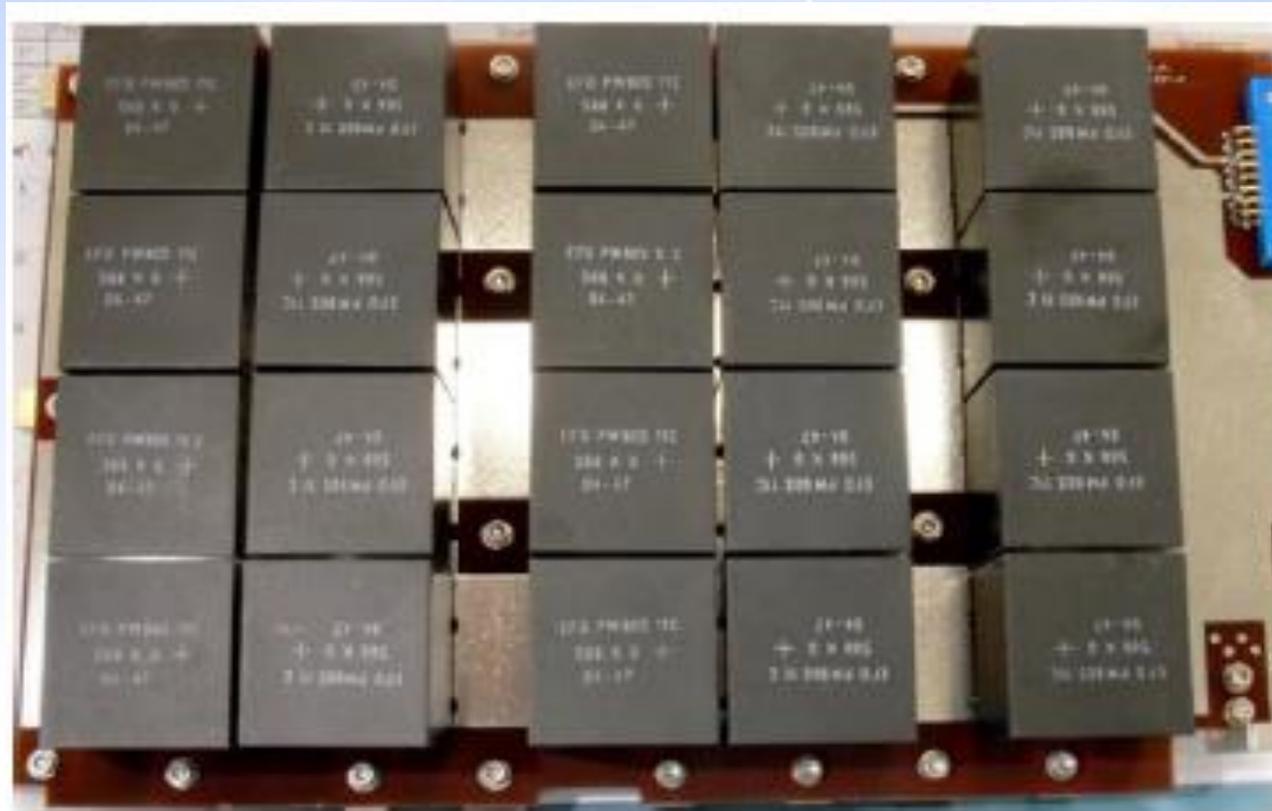
Подсистемы СЭП с применением конденсаторов на основе PЕТ

Блок хранения энергии (GAIA)



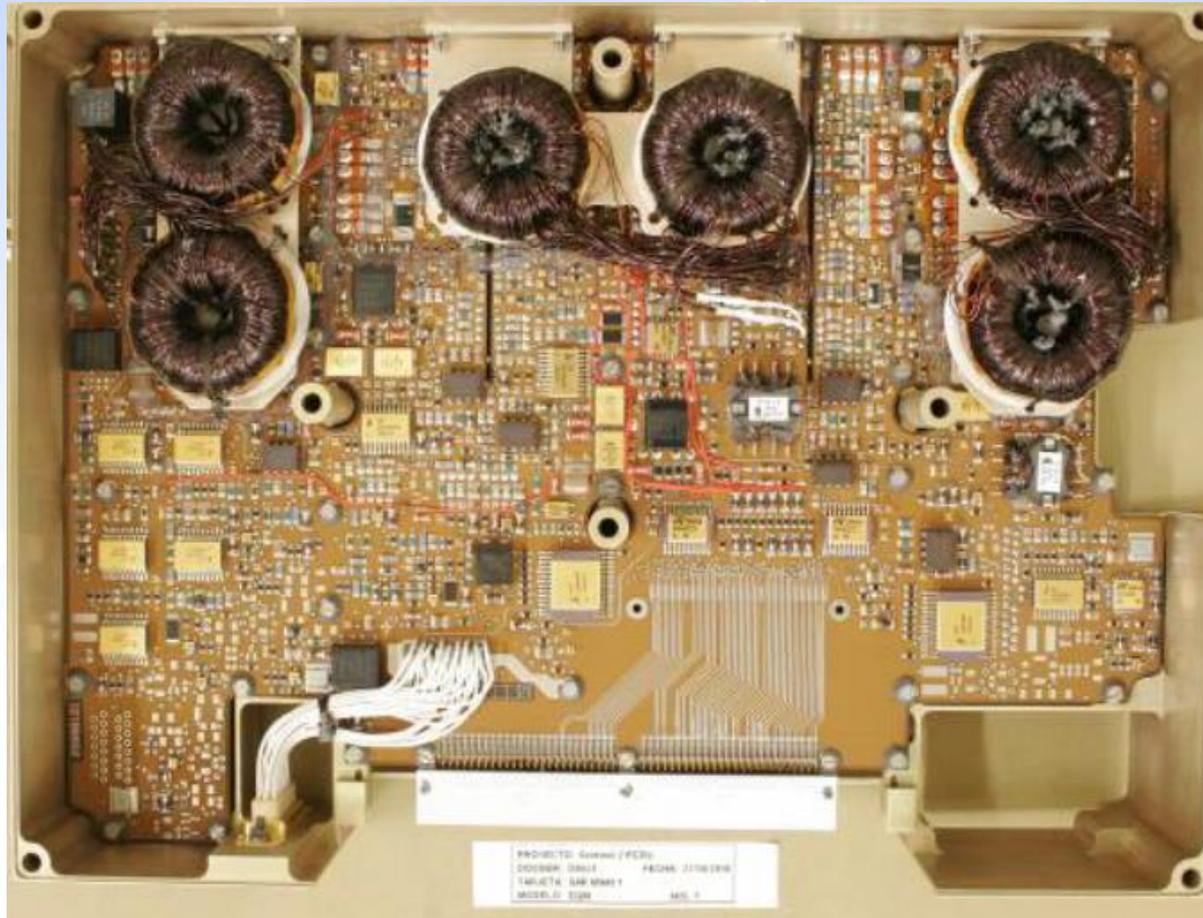
Подсистемы СЭП с применением конденсаторов на основе PЕТ

Фильтр системы распределения энергии



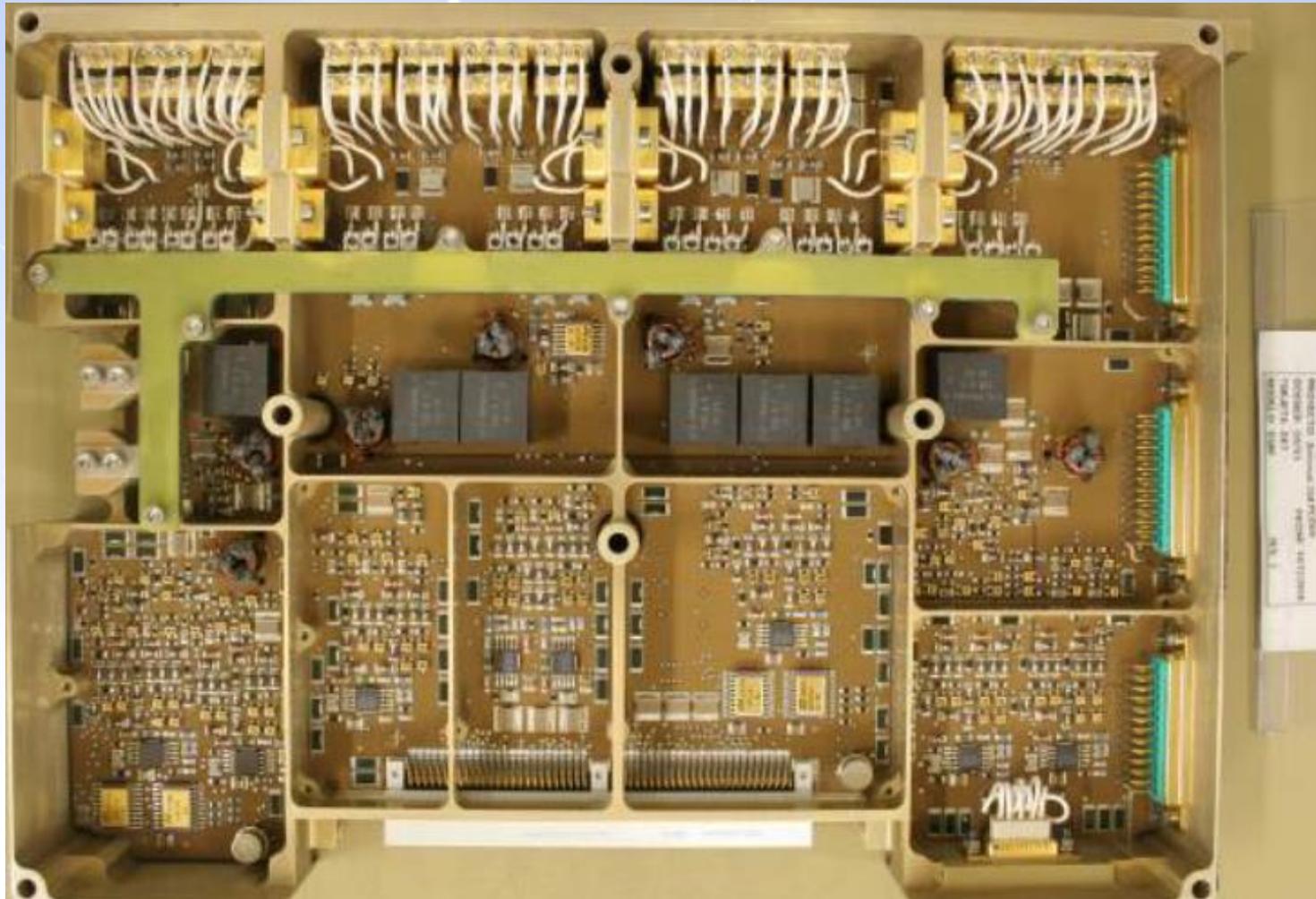
Подсистемы СЭП с применением конденсаторов на основе PET

Контроллер солнечных батарей (LISA Pathfinder)



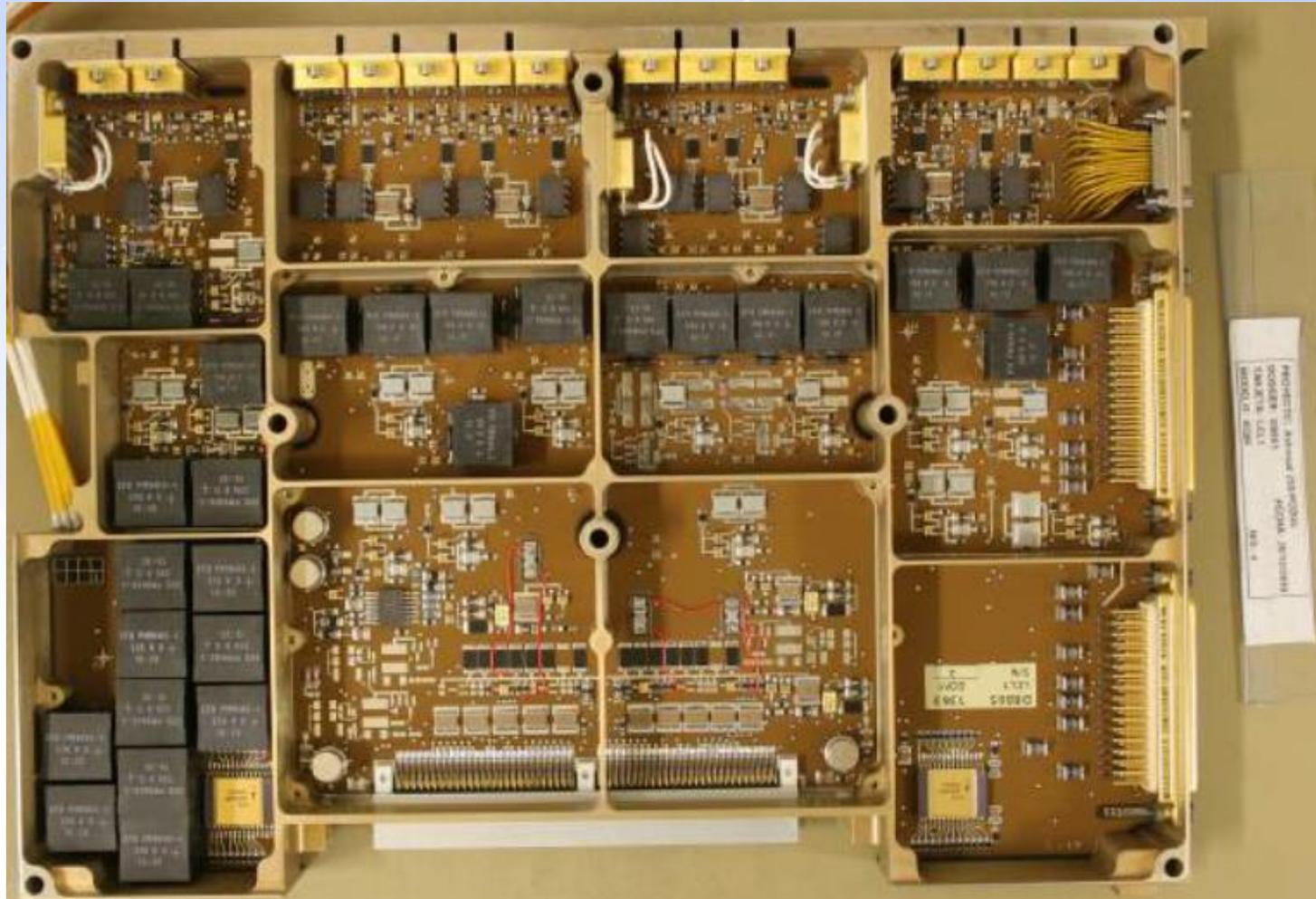
Подсистемы СЭП с применением конденсаторов на основе PET

Блок отслеживания точки максимальной мощности (Sentinel 2)



Подсистемы СЭП с применением конденсаторов на основе PЕТ

Ограничитель тока



ООО “СД Солюшнс”
Санкт-Петербург, ул. Маяковского 12а

Алексей Катков
Email: A.Katkov@sdsolutions.ru
Телефон: (812) 385-20-10, доб.119



Спасибо за внимание!