

Общее собрание Уральского отделения РАН, 15.04.2011



Контурные тепловые трубы в космической технике



Институт теплофизики УрО РАН

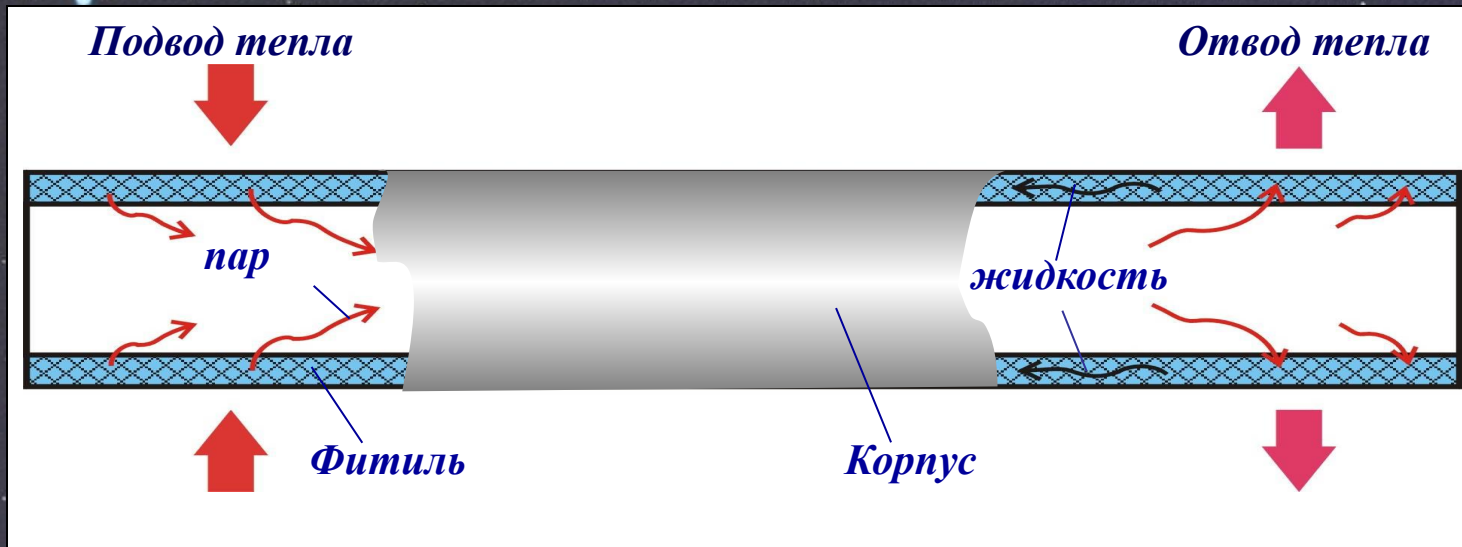
Вместо эпиграфа

Новый этап освоения систем терморегулирования...
начался с появлением **контурных тепловых труб...**

★ Разработка была инициирована работами исследователей из **Екатеринбурга...** Эти устройства могут передавать тепло в произвольном направлении в поле массовых сил, позволяют практически беспредельно увеличить мощность и протяженность теплопереноса, обеспечивают фантастические возможности для управления тепловыми потоками и температурами.

Из доклада руководителя-главного конструктора Центра тепловых труб РКА Гончарова К.А. по поводу 20-летнего юбилея коллектива Центра. 27.11.2010

Принципиальная схема «обычной» тепловой трубы



Тепловая труба (Heat Pipe) была изобретена в 1963 году в Лос-Аламосской Национальной Лаборатории для космического применения (G. Grower "Испарительно – конденсационное теплопередающее устройство", Патент США №3229759)

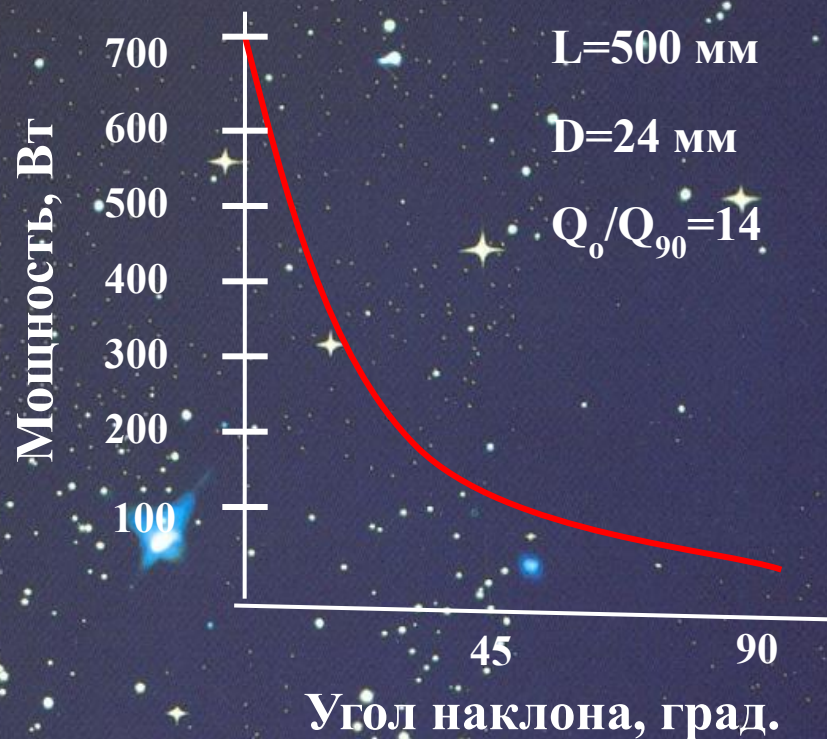
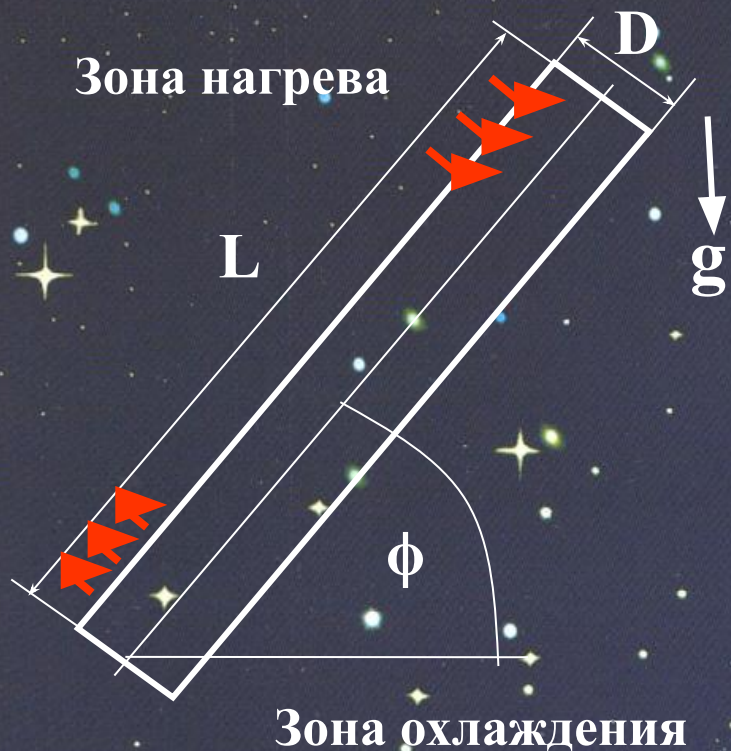
Естественные материалы, обладающие самой высокой теплопроводностью

1. Алюминий - 230 Вт/мК
2. Золото - 320 Вт/мК
3. Медь - 390 Вт/мК
4. Серебро - 430 Вт/мК
5. Алмаз – до 2600 Вт/мК

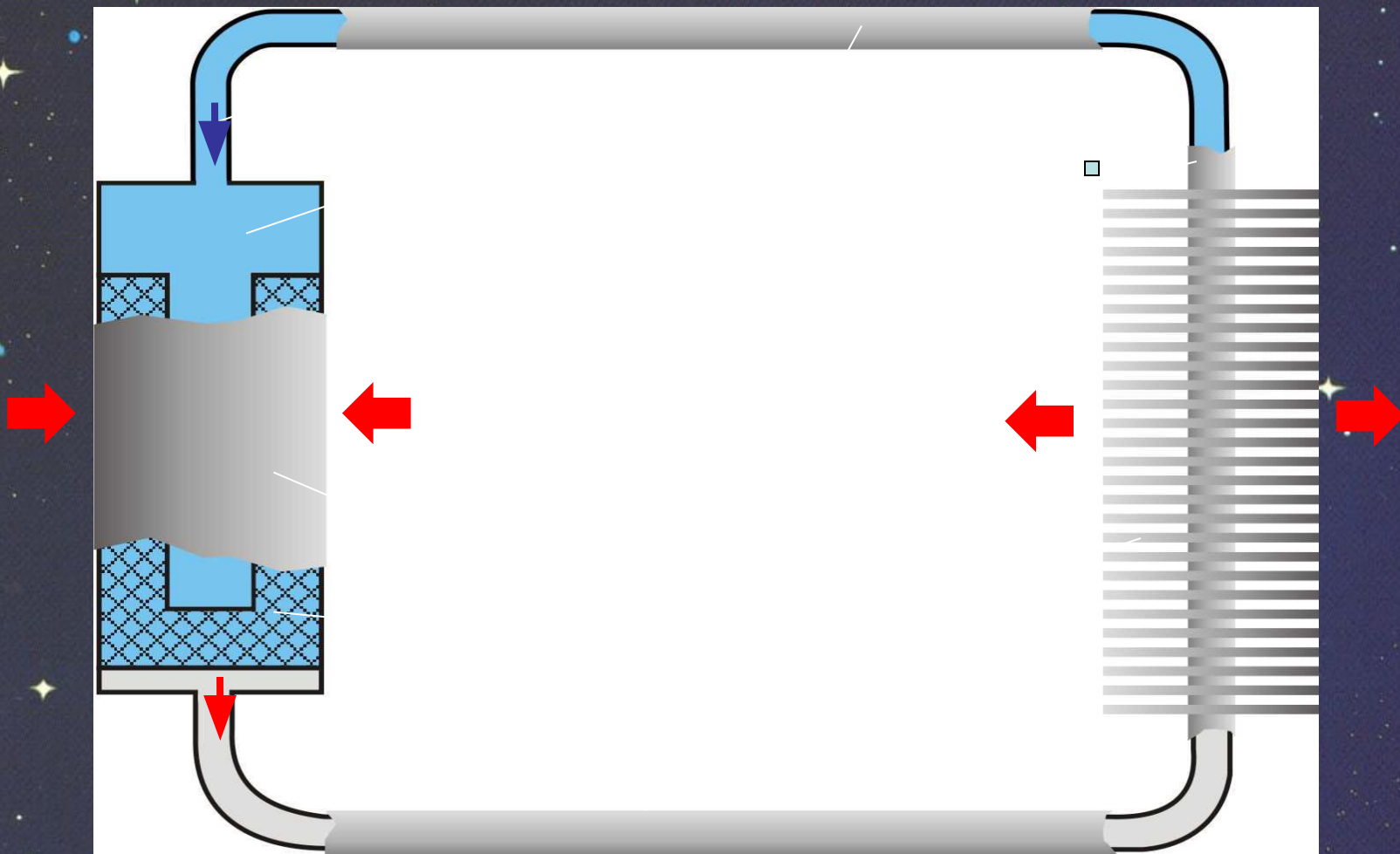
Теплопроводность графена – 5300 Вт/мК

Эквивалентная (эффективная) теплопроводность тепловых труб может достигать $10^5 - 10^6$ Вт/мК !

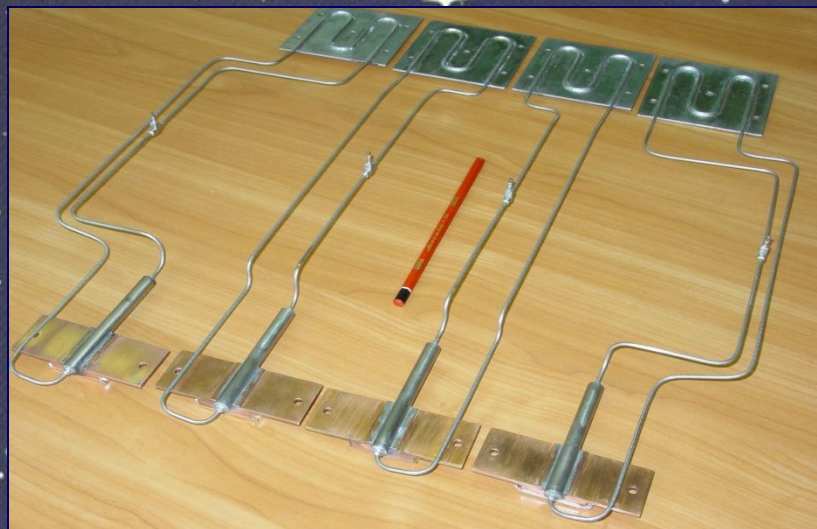
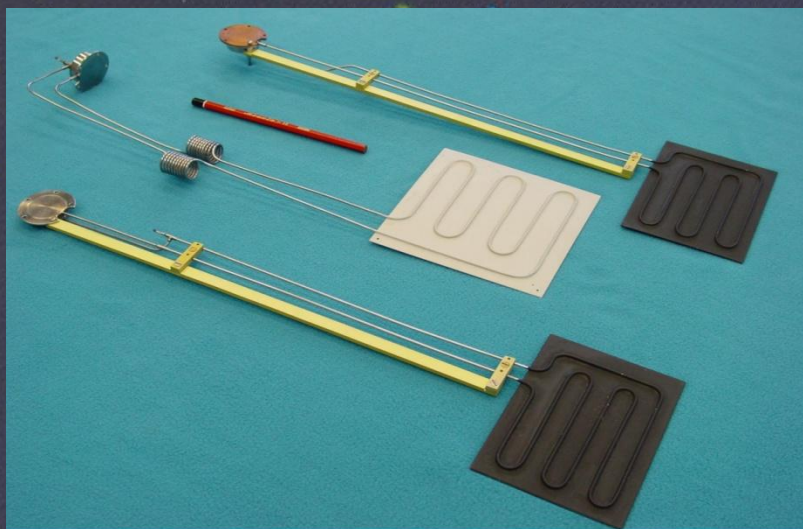
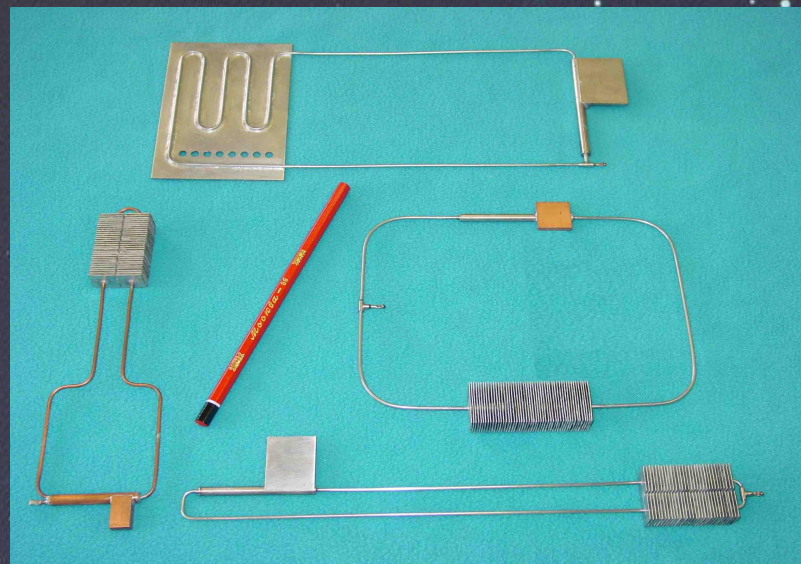
Теплопередающая способность обычных тепловых труб резко уменьшается при неблагоприятных углах наклона в гравитационном поле, когда зона нагрева расположена выше зоны охлаждения



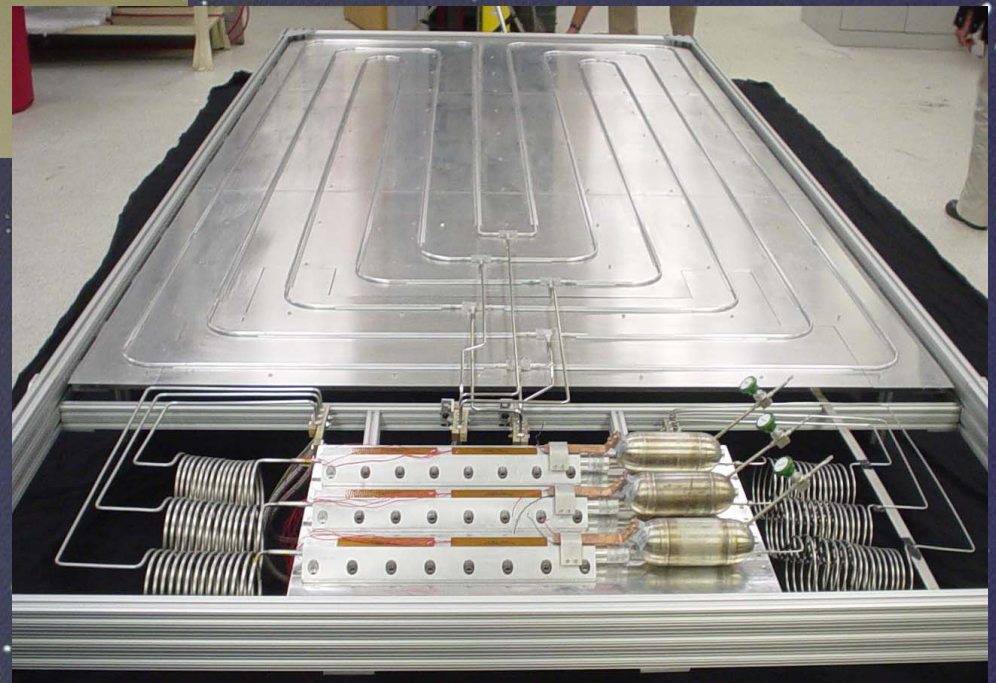
Принципиальная схема контурной тепловой трубы



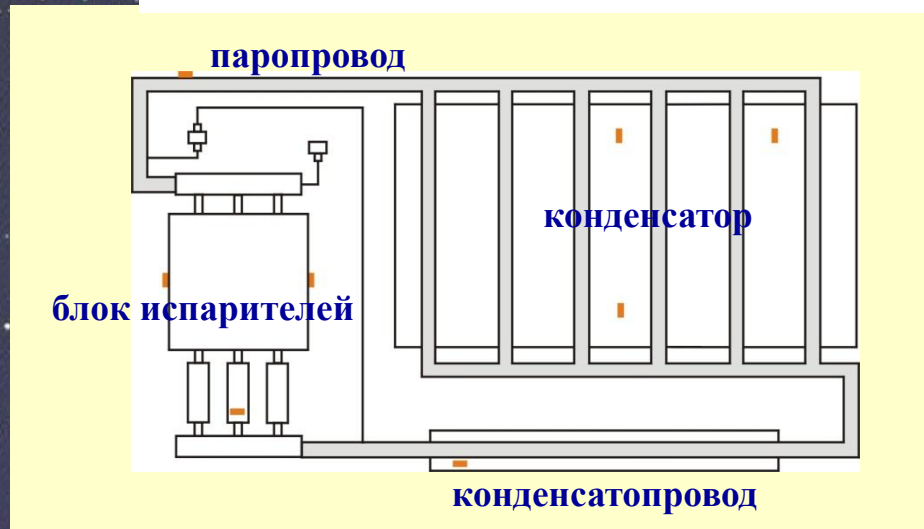
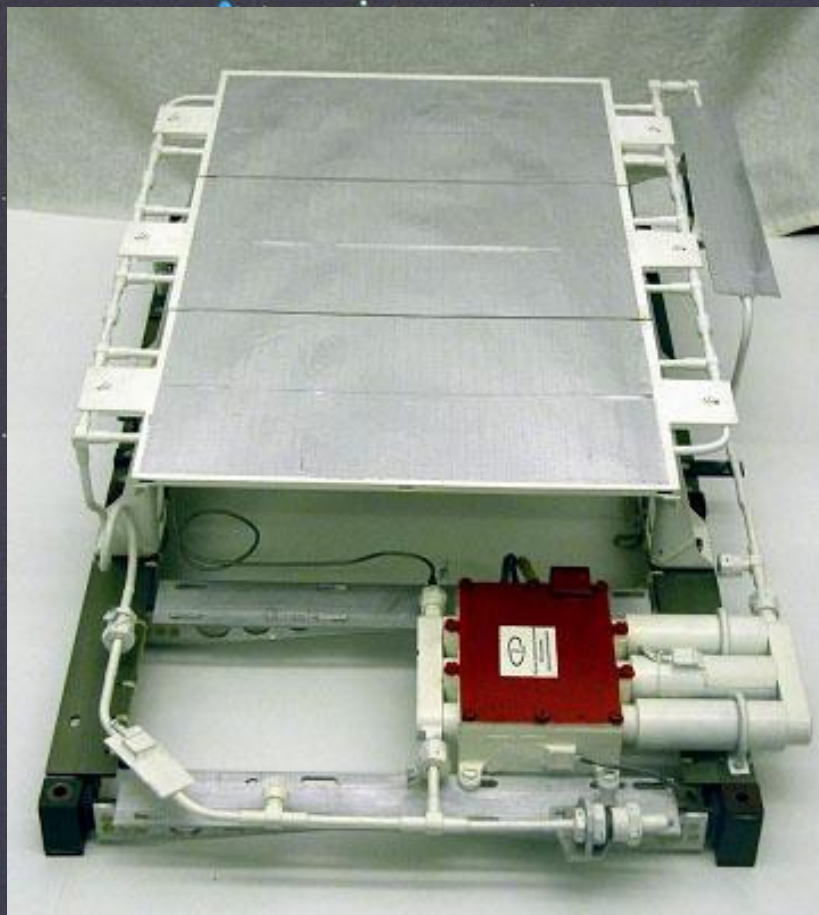
Контурные Тепловые Трубы



Контурные тепловые трубы в «КОСМИЧЕСКОМ» ИСПОЛНЕНИИ



Первый летный эксперимент с КТТ на российском космическом аппарате «Горизонт», 1989



Летный эксперимент «Алена» с КТТ на космическом аппарате «Гранат», 1989- 2001 гг.

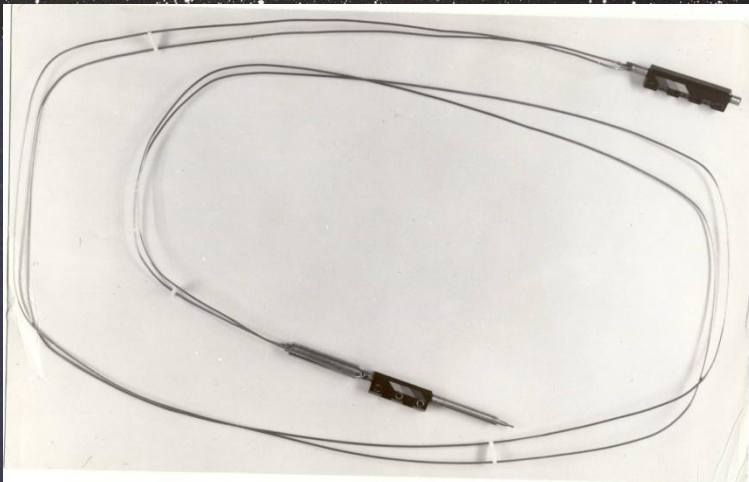
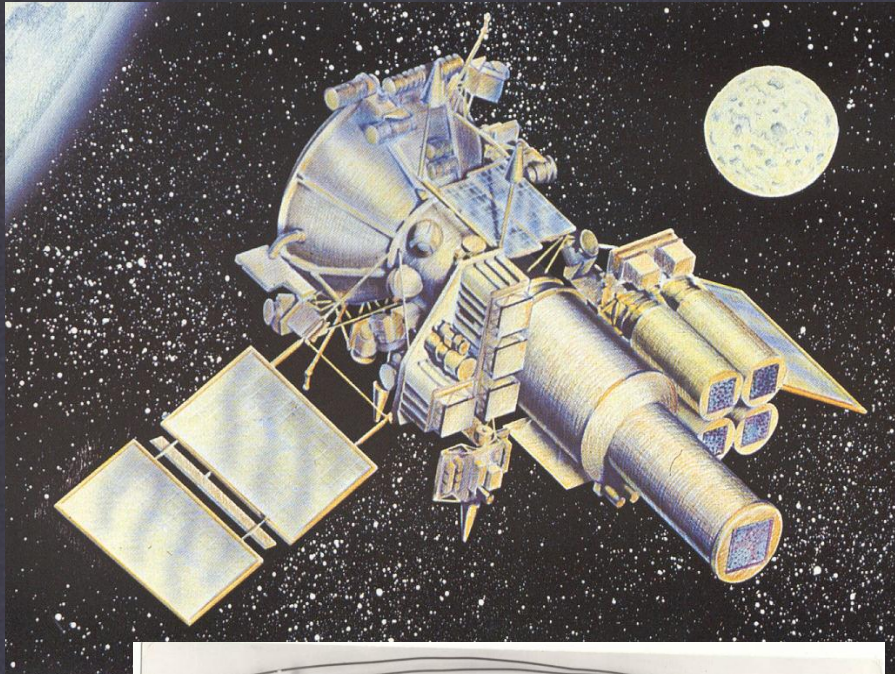
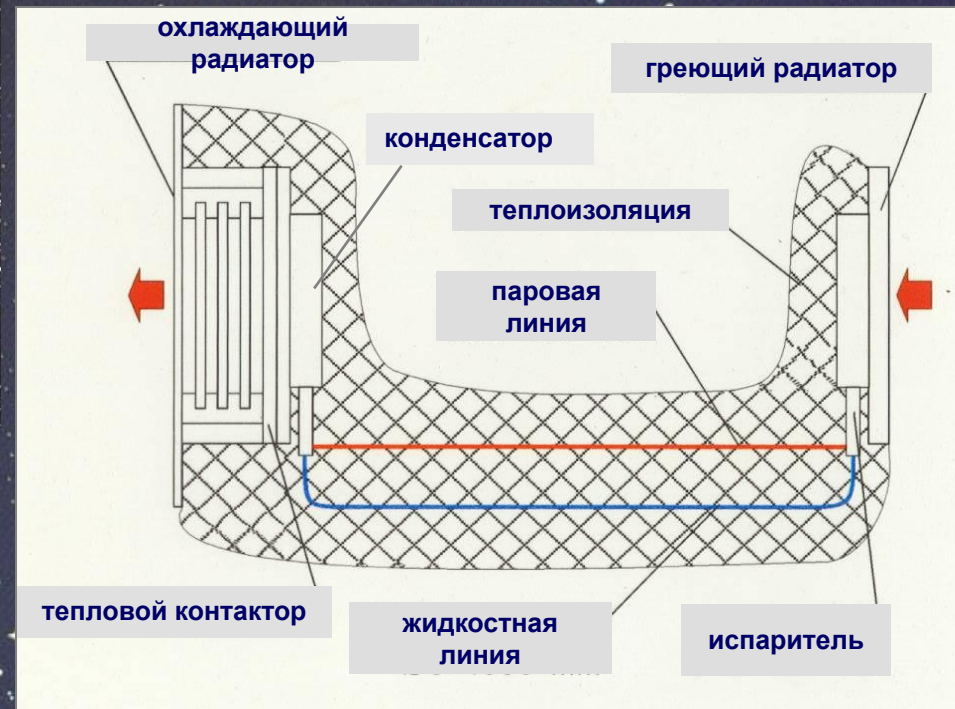


Схема экспериментального модуля



НПО им. А.С. Лавочкина

Первый летный эксперимент в США с КТТ на борту космического челнока «Колумбия», 1997 г.

DTM-97-3
LOOP HEAT PIPE FLIGHT
EXPERIMENT
SUMMARY REPORT



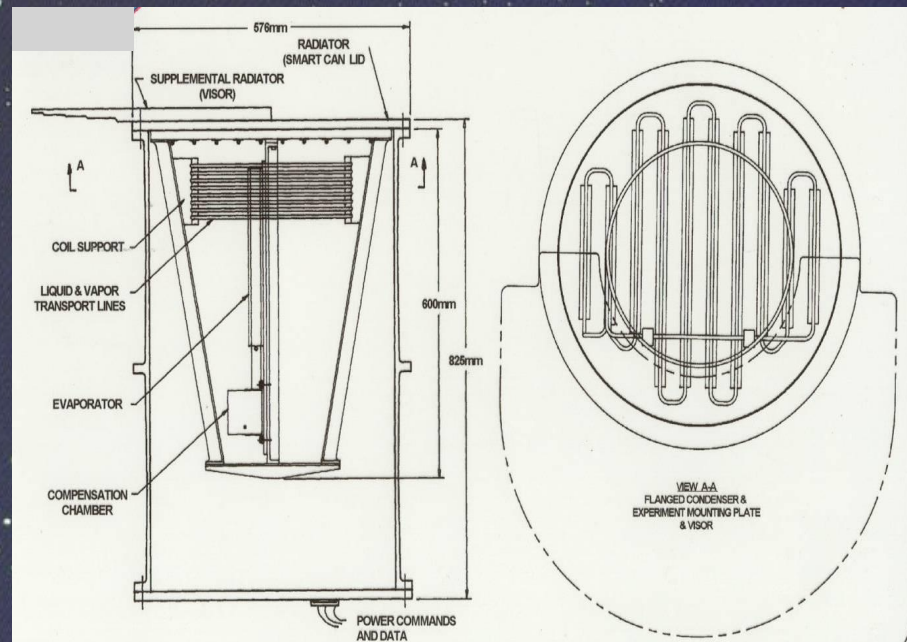
December 1997

Dynatherm Corporation
1 Beaver Court
Hunt Valley, MD 21030
email: lhp@dynatherm-dtx.com
(410) 584-7500

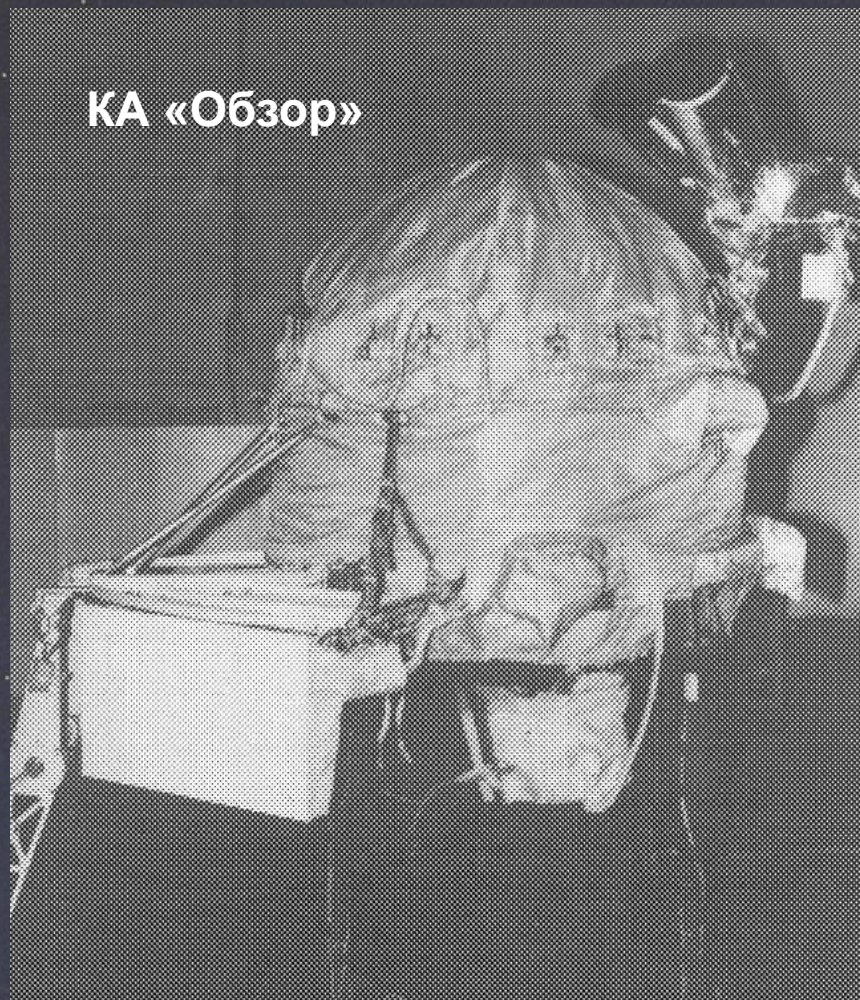
dynatherm
CORPORATION

The LHP was originally developed in the former Soviet Union. The Russians have incorporated the LHP in several of their satellites and have demonstrated reliable, long term operation in micro-gravity.

Схема экспериментального модуля

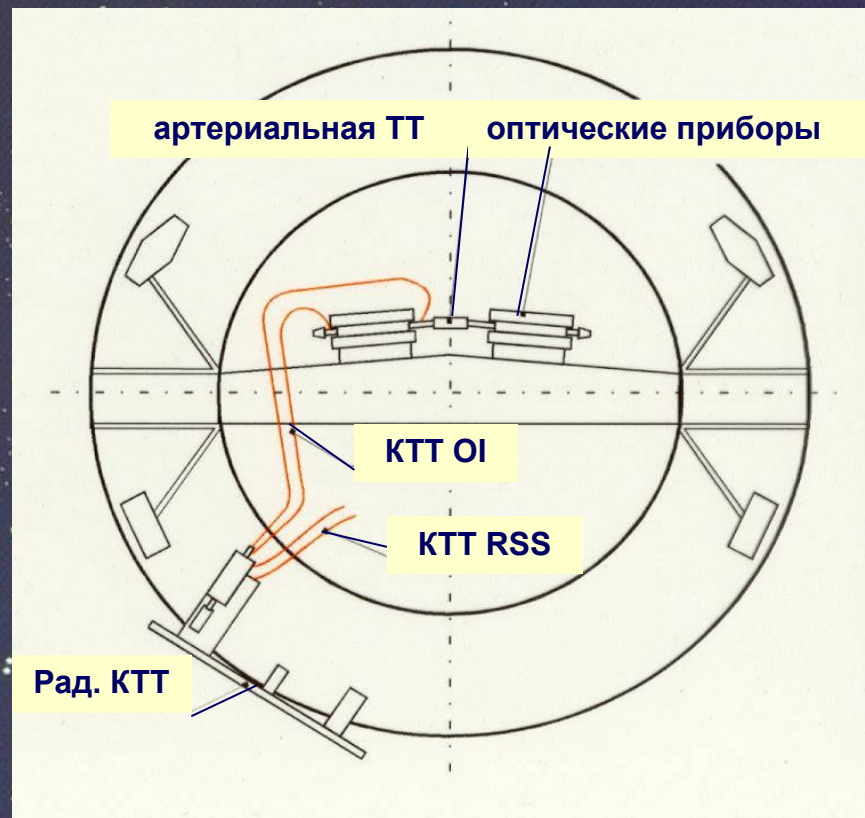


Первое реальное применение КТТ на борту Российского КА «Обзор», 1994 г.



КА «Обзор»

Три КТТ были использованы в системе терморегулирования блока оптических приборов



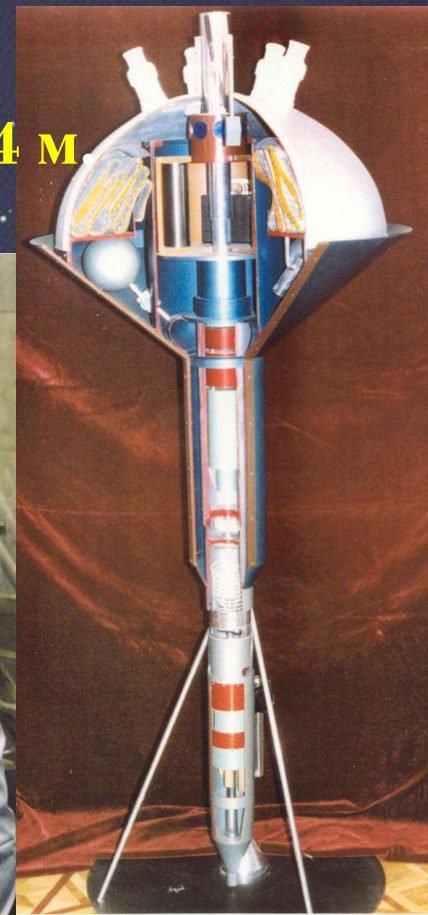
КБ «Полет»

Международная программа «Марс-96», 1996 г.



Семь КТТ установлено в
СОТР КА «Марс-8», одна
из которых имела длину 14 м

Пенетратор

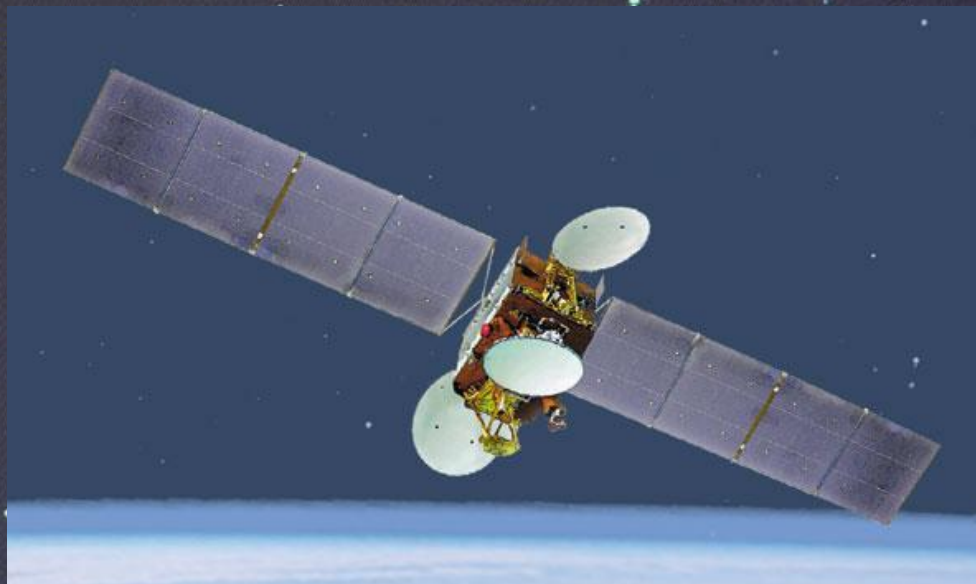


Монтаж СОТР малой станции



НПО им. А. С. Лавочкина

Космические аппараты «Ямал-200», 2003 г.

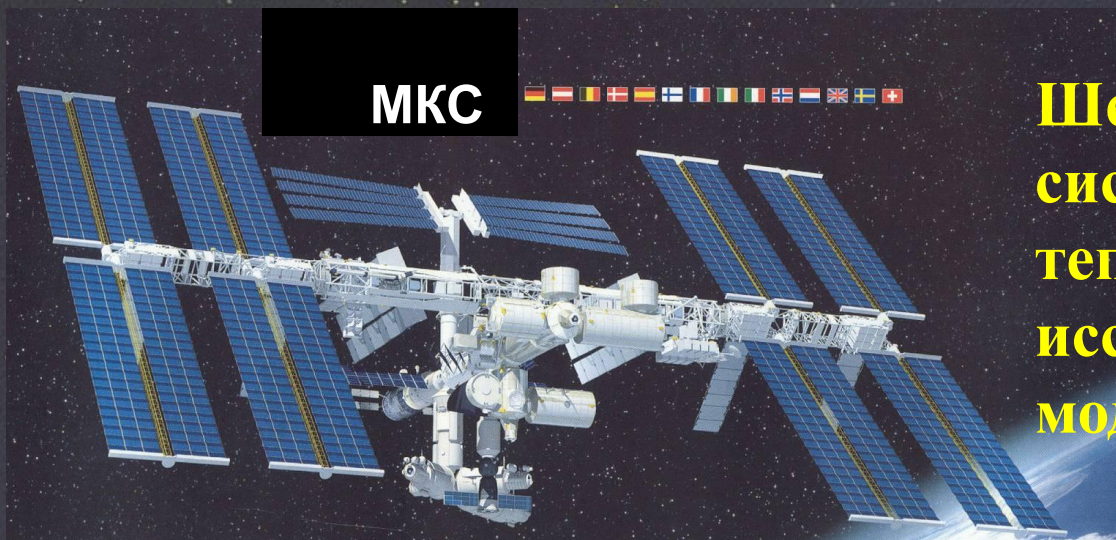


Восемь КТТ установлено в СОТР-никель-кадмиевых батарей на каждом из двух КА «Ямал-200»

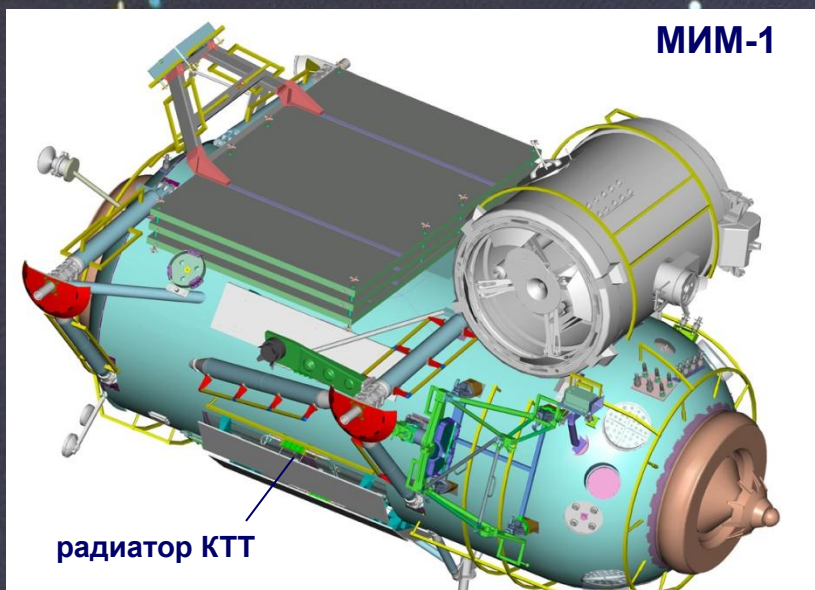


НПО «Энергия»

Модуль «Рассвет» запущен к МКС 15.05.2010



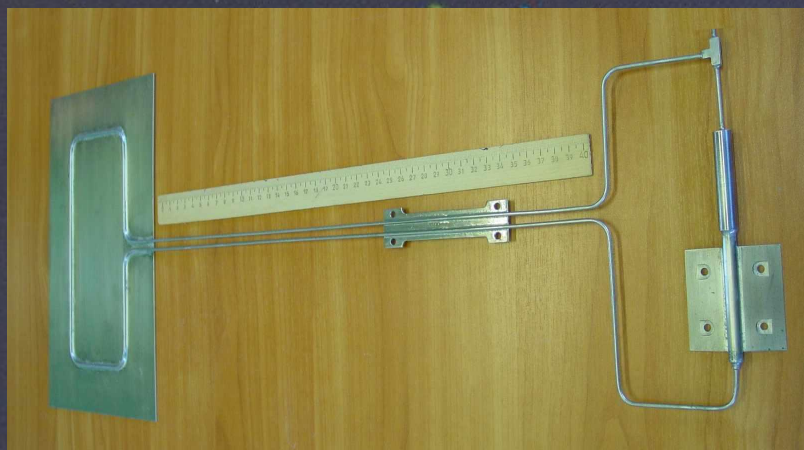
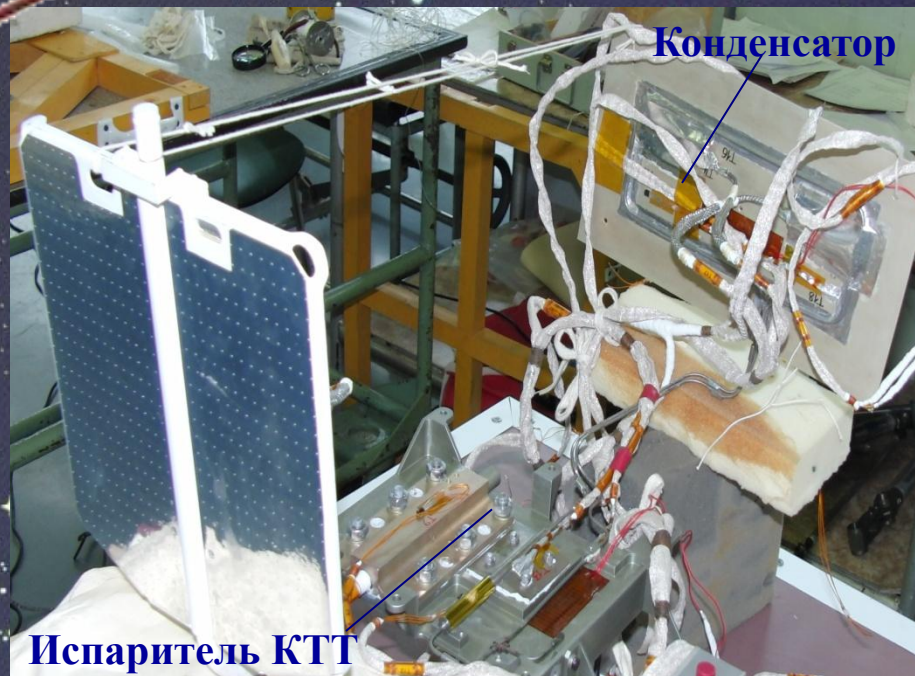
Шесть КТТ установлено в системе обеспечения тепловых режимов малого исследовательского модуля МИМ-1 «Рассвет»



Спутник «Юбилейный-2», запуск в мае 2011г.



Одна КТТ установлена в СОТР прибора «ДОКА-Б».



Контурные тепловые трубы установлены также на космических аппаратах

Орбитальная астрофизическая обсерватория Спектр - Р



Разгонный блок Фрегат - СБ



Автоматическая межпланетная станция Фобос-Грунт



Метеорологическая станция Электро - Л,
запущена 20.01.2011

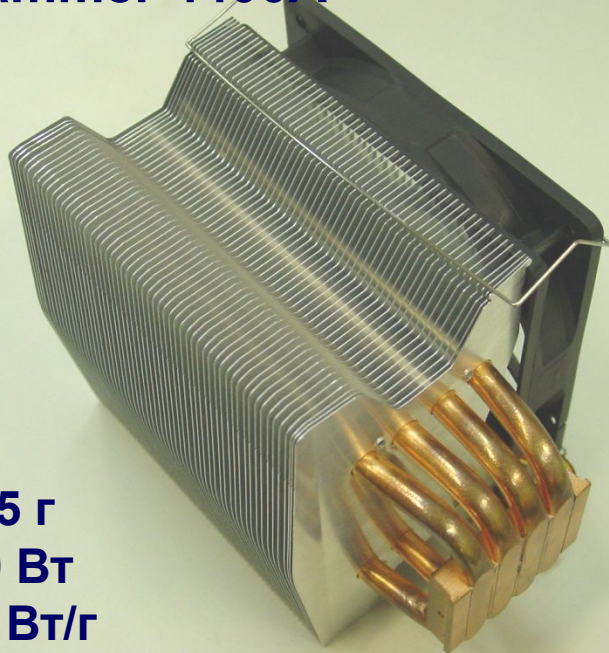
Эпилог

Все космические аппараты, создаваемые сегодня в НПО им. С.А. Лавочкина и многих других космических предприятиях России, немыслимы без этих уникальных устройств.

Из доклада руководителя Центра тепловых труб РКА Гончарова К.А. по поводу 20-летнего юбилея коллектива Центра. 27.11.2010

Охладители для персональных компьютеров

Ice Hammer 4400A



**835 г
300 Вт
0,36 Вт/г**

Использование одной контурной тепловой трубы вместо четырех обычных позволяет повысить соотношение «мощность/масса» в 3,7 раз.

АС - 3/2 ИТФ



**380 г
500 Вт
1,32 Вт/г**

Бесшумные персональные компьютеры

Система охлаждения включает
14 обычных ТТ



Zalman, 25 кг.

Система охлаждения включает
2 обычных ТТ и одну КТТ



ИТФ, 7 кг

Охлаждение суперкомпьютеров



Четыре КТТ успешно испытаны в составе водяной системы охлаждения 130-ваттных центральных процессоров Intel Xeon, размещенных в 3U сервере



Водяная система охлаждения IBM

