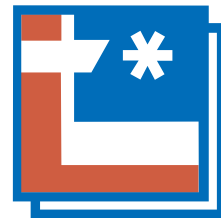


ENGINEERING & PRODUCTION FIRM

KRYOTHERM



Комплексные решения охлаждения

Термоэлектрические Модули и Охлаждающие Системы



Разрешите Вам представить компанию КРИОТЕРМ, выпускающую термоэлектрические модули, а также системы охлаждения и генерации электроэнергии на их основе. Высокие технические характеристики, простота эксплуатации, экологическая безопасность термоэлектрических модулей и систем, выпускаемых компанией КРИОТЕРМ, способны удовлетворить самых взыскательных заказчиков. Наша продукция нашла свое применение в радиоэлектронной, телекоммуникационной, медицинской, научной и специальной аппаратуре. Она также используется в промышленных и бытовых устройствах различного назначения.

Обладая 30-летним опытом исследований термоэлектрического охлаждения и преобразования энергии, наша компания в течение последних 15 лет направляет свою деятельность на всемерное развитие, популяризацию и продвижение термоэлектрических знаний и опыта, предложение нашим клиентам самых современных термоэлектрических устройств.

В своей работе фирма КРИОТЕРМ придает первостепенное значение:

- разработке и изготовлению эффективной, надежной и качественной термоэлектрической продукции
- ведению научно-исследовательских работ, направленных на постоянное совершенствование нашей продукции
- предоставлению потребителям наилучшего сервиса и полной инженерной поддержки
- максимально точному выполнению обязательств перед клиентами.

Это позволяет нам поставлять свою продукцию во многие страны мира, увеличивать объем производства и достигать высокой эффективности совместной работы с нашими партнерами.

Высокое качество продукции, профессионализм сотрудников и финансовая стабильность компании дают уверенность в том, что фирма КРИОТЕРМ является для вас надежным и выгодным партнером.





Аннотация 2

Принципы работы ТЭМ 6

Модули для промышленного
применения 8



Модули для радиоэлектроники 16



Многокаскадные модули 18



Модули для бытовых
охлаждающих устройств 22



Специальные
термоэлектрические модули 24



Генераторные модули 26



Термоэлектрические сборки 28

Информация о компании 30

Система контроля качества 32

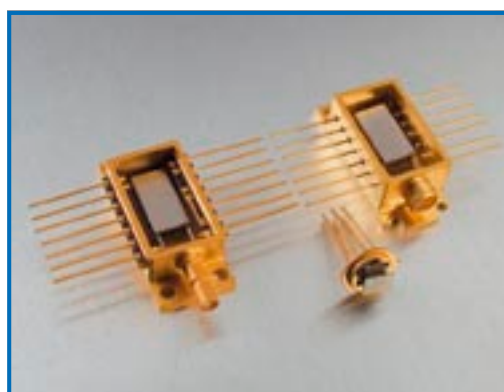
Инструкция по установке модулей 36

Программа «КРИОТЕРМ» 41

Образец заявки продукции 42



В настоящее время термоэлектрические модули активно используются в таких высокотехнологичных областях, как телекоммуникации, космос, медицина и др. Построение современных лазерных, оптических, радиоэлектронных систем немыслимо без применения охлаждающих и термостатируемых систем на базе термоэлектрических модулей. Также термоэлектрические модули активно применяются в бытовой технике: портативных холодильниках, морозильных камерах, в охладителях для питьевой воды и напитках, компактных кондиционерах и т.п.



В последние годы во всем мире увеличивается спрос на компактные, бесшумные и надежные системы охлаждения и температурного контроля. Всем этим требованиям отвечают термоэлектрические модули (ТЭМ) — полупроводниковые устройства, использующие в работе эффект Пельтье.

Широкие перспективы имеет применение ТЭМ в генерировании электроэнергии. Термоэлектрический генератор позволяет непосредственно получать электричество из любого источника тепла.

Использование термоэлектрических модулей имеет целый ряд преимуществ:

- отсутствие движущихся и изнашивающихся частей
- экологическая чистота
- отсутствие рабочих жидкостей и газов
- бесшумность работы

- малый размер и вес
- высокая надежность — «КРИОТЕРМ» гарантирует для своих ТЭМ среднее время наработки на отказ не менее 200 000 часов
- возможность плавного и точного регулирования холодопроизводительности и температурного режима
- устойчивость к механическим воздействиям
- возможность работы в любом пространственном положении
- легкость перехода из режима охлаждения в режим нагрева

Указанные преимущества делают термоэлектрические модули очень популярными, что подтверждается постоянным ростом спроса на них во всем мире и возникновением новых областей их использования.



Построение современных лазерных, оптических, радиоэлектронных систем немыслимо без применения охлаждающих и термостатируемых систем на базе термоэлектрических модулей.





Основные области применения термоэлектрических модулей и систем на их основе:

- Радиоэлектроника — миниатюрные охладители различных электронных устройств
- Медицина — мобильные охлаждающие контейнеры медицинские инструменты и оборудование
- Научное и лабораторное оборудование
- Потребительские изделия — переносные холодильники, охладители питьевой воды и другие устройства
- Устройства климатизации — термоэлектрические кондиционеры различного назначения, устройства стабилизации температуры блоков электронной аппаратуры и т.д.

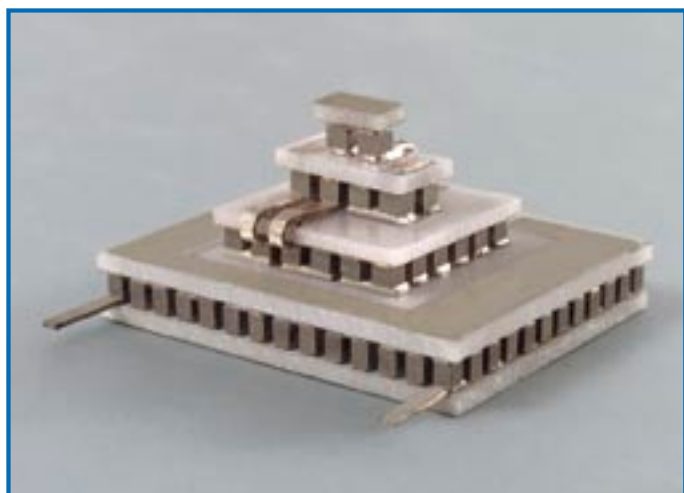


Каталог компании «КРИОТЕРМ» содержит более 250 различных типов термоэлектрических модулей, сгруппированных по различным областям применения. Мы выпускаем термоэлектрические модули размером от $3,4 \times 3,4$ мм до $62,0 \times 62,0$ мм, с холодопроизводительностью от 0,4 Вт до 310 Вт.



В каталоге термоэлектрических модулей, выпускаемых компанией «КРИОТЕРМ», используются следующие сокращения и обозначения:

Таблица используемых сокращений	
ТЭМ	термоэлектрический модуль
ТГМ	генераторный термоэлектрический модуль
ΔT_{\max}	максимально достижимая разница температур между сторонами термоэлектрического модуля
I_{\max}	максимальный электрический ток через термоэлектрический модуль, соответствующий режиму максимальной разницы температур
U_{\max}	максимальное электрическое напряжение на контактах термоэлектрического модуля, соответствующее режиму максимальной разницы температур
Q_{\max}	максимальная холодопроизводительность (холодильная мощность) термоэлектрического модуля. Определяется при максимальном токе через термоэлектрический модуль и нулевой разности температур между его сторонами
R_{ac}	электрическое сопротивление термоэлектрического модуля, измеренное на переменном токе с частотой 1 кГц





В 1834 году французский физик Жан Пельтье обнаружил, что при протекании постоянного электрического тока через цепь из различных проводников, место соединения проводников охлаждается или нагревается в зависимости от направления тока. Количество поглощаемой теплоты пропорционально току, проходящему через проводники.

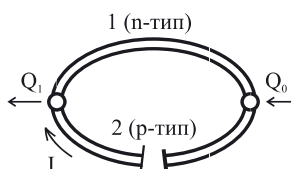
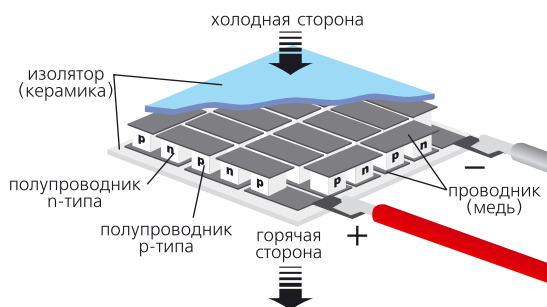


Схема эффекта Пельтье.

В результате работ российского академика А.Ф. Иоффе и его сотрудников, были синтезированы полупроводниковые сплавы, которые позволили применить этот эффект на практике и приступить к серийному выпуску термоэлектрических охлаждающих приборов для широкого применения в различных областях человеческой деятельности.



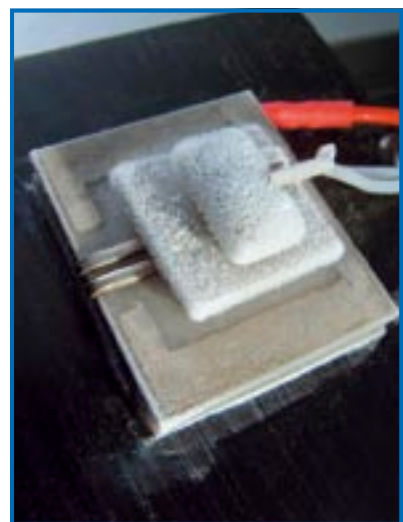
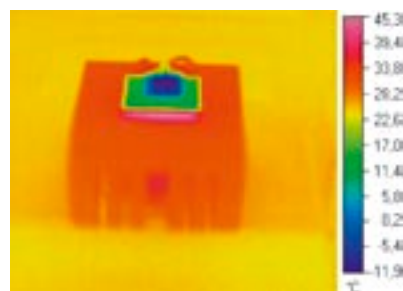
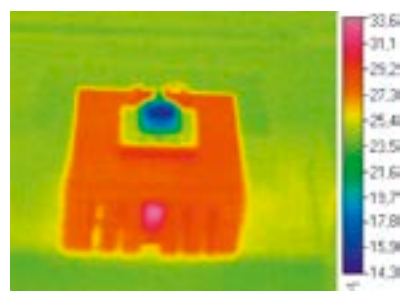
Единичным элементом термоэлектрического модуля является термопара, состоящая из двух разнородных элементов с p- и n- типом проводимости. Элементы соединяются между собой при помощи коммутационной пластины из меди. В качестве материала элементов традиционно используются полупроводники на основе висмута, теллура, сурьмы и селена.

Термоэлектрический модуль представляет собой совокупность термопар, электрически соединенных, как правило, последовательно. В стандартном термоэлектрическом модуле термопары помещаются между двух плоских керамических пластин на основе оксида или нитрида алюминия. Количество термопар может изменяться в широких пределах — от единиц до сотен пар, что позволяет создавать ТЭМ практически любой холодильной мощности — от десятых долей до сотен ватт.

При прохождении через термоэлектрический модуль постоянного электрического тока между его сторонами

образуется перепад температур — одна сторона (холодная) охлаждается, а другая (горячая) нагревается. Если с горячей стороны ТЭМ обеспечить эффективный отвод тепла, например, с помощью радиатора, то на холодной стороне можно получить температуру, которая будет на десятки градусов ниже температуры окружающей среды. Степень охлаждения будет пропорциональной величине тока, протекающего через ТЭМ. При смене полярности тока горячая и холодная стороны меняются местами.

Современные однокаскадные термоэлектрические охладители позволяют получить разность температур до 74–76 К.



Для получения более низких температур применяются многокаскадные модули, представляющие собой несколько однокаскадных модулей с последовательным тепловым соединением между собой. Например, серийно производимые фирмой Криотерм четырехкаскадные ТЭМ позволяют развить разность температур до 140 К.

КАТАЛОГ ПРОДУКЦИИ





Модули для промышленного применения

Предназначены для использования в промышленных системах охлаждения и температурного контроля

Основные области применения:

- промышленная электроника и телекоммуникации
- термоэлектрические сборки и кондиционеры различного назначения
- устройства термоэлектрического охлаждения для шкафов и блоков электронной аппаратуры
- системы температурного контроля ответственных частей и узлов различных станков и машин
- датчики тепловых потоков

Производство полупроводниковых интегральных микросхем

- установки активного термоциклирования для проверки микропроцессоров и других микросхем
- водяные охладители (чиллеры) для полупроводниковой промышленности
- камеры тепла и холода для климатических испытаний радиоэлектронных компонент

Лазерная техника

- системы охлаждения промышленных и медицинских лазеров, а также источников питания к ним

Медицинская техника

- встроенные холодильники и кондиционеры для медицинской аппаратуры
- переносные контейнеры с температурным контролем для хранения и перевозки биологических материалов
- системы температурного циклирования для геномной инженерии и ПЦР-диагностики
- устройства для восстановительной и профилактической терапии

Транспорт

- холодильники и охладители воды для автомобилей, железнодорожных вагонов, катеров и яхт
- локальные системы кондиционирования и климатизации

Пищевая промышленность

- охлаждающие устройства для промышленного изготовления, хранения и транспортировки пищевых продуктов
- охладители воды, напитков, пива для ресторанов, баров и кафе

Специальная техника

- твердотельные холодильники и кондиционеры
- системы температурного контроля для космических аппаратов

К термоэлектрическим модулям для промышленного применения предъявляются повышенные требования по КПД, надежности, точности изготовления и эксплуатационным характеристикам. Специально выпускаются ТЭМ (с индексом С) для работы в условиях температурного циклирования — быстрого периодического (до сотен тысяч циклов) изменения

температуры одной или обеих сторон термоэлектрического модуля в широком (несколько десятков градусов) диапазоне температур.

Мы также производим ТЭМ, предназначенные для работы при высоких температурах, давлениях, влажности, а также в высоком вакууме.

Термоэлектрические модули и системы, выпускаемые «КРИОТЕРМ», соответствуют всем современным промышленным стандартам и специальным требованиям. Качество и надежность ТЭМ подтверждается многократными испытаниями, проводимыми в соответствии с принятой на предприятии системой качества. Каждая выпускаемая партия ТЭМ производится в точном соответствии со спецификацией заказчика и испытывается по утвержденной заказчиком программе.

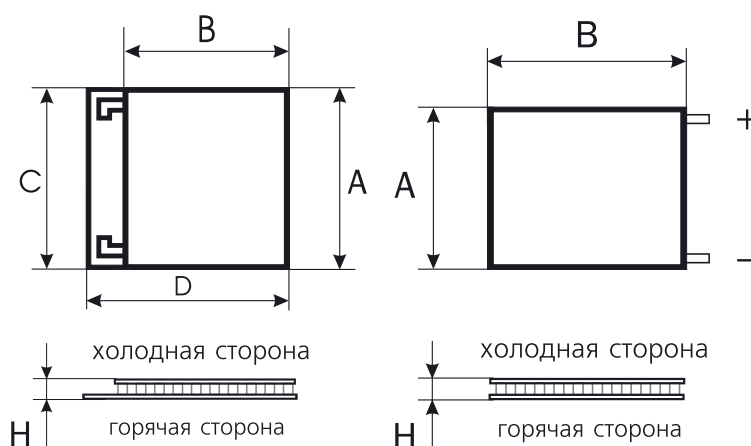
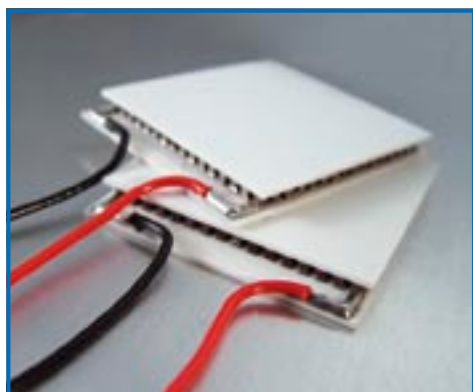
Технологические особенности:

В соответствии с требованиями директивы RoHS серийно выпускаемые термоэлектрические модули не содержат свинца и других запрещенных материалов.



Компания «КРИОТЕРМ» выпускает широкую номенклатуру ТЭМ для применения в промышленной технике. Обратите внимание на наши высокоэффективные ТЭМ, с помощью которых может быть решено большинство задач промышленного охлаждения.

Модули для промышленного применения



Высокоэффективные однокаскадные термоэлектрические модули

Модуль	I_{max}	Q_{max}	U_{max}	dT_{max}	R_{ac}	Размеры (mm)				
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	(Ohm)	A	B	C	D	H
SNOW BALL-71	3,6	36,0	16,1	71	3,2	30,0	30,0	30,0	30,0	3,6
						30,0	30,0	30,0	34,0	
STORM	3,6	34,5	15,7	69	3,2	40,0	40,0	40,0	40,0	3,6
STORM-71	3,6	36,0	16,1	71	3,2	40,0	40,0	40,0	40,0	3,6
RIME-74	3,8	38,0	16,7	74	3,3	40,0	40,0	40,0	40,0	4,8
FROST-71	6,1	61,0	16,1	71	2,05	40,0	40,0	40,0	40,0	3,9
						40,0	40,0	40,0	44,0	
FROST-72	6,2	62,0	16,3	72	2,05	40,0	40,0	40,0	40,0	3,9
						40,0	40,0	40,0	44,0	
FROST-73	6,2	64,0	16,5	73	2,05	40,0	40,0	40,0	40,0	3,9
						40,0	40,0	40,0	44,0	
FROST-74	6,3	65,0	16,7	74	2,15	40,0	40,0	40,0	40,0	3,9
						40,0	40,0	40,0	44,0	
ICE-71	8,0	80,0	16,1	71	1,5	40,0	40,0	40,0	40,0	3,4
HAIL	7,9	76,0	15,7	69	1,5	48,0	48,0	48,0	48,0	3,4
HAIL-71	8,0	80,0	16,1	71	1,5	48,0	48,0	48,0	48,0	3,4
GLACIER-1,5	6,1	76	20,1	72	2,6	40,0	40,0	40,0	40,0	3,8
						40,0	40,0	40,0	44,0	
GLACIER-2,0	4,6	57,0	20,1	72	3,3	40,0	40,0	40,0	40,0	4,3
						40,0	40,0	40,0	44,0	
DRIFT-2,0	4,5	69,0	24,9	70	4,0	40,0	40,0	40,0	40,0	4,4
DRIFT-1,5	6,1	94,0	24,9	70	3,2	40,0	40,0	40,0	40,0	4,1
DRIFT-1,2	7,6	115,0	24,6	69	2,4	40,0	40,0	40,0	40,0	3,7
DRIFT-1,15	7,9	120,0	24,6	69	2,4	40,0	40,0	40,0	40,0	3,6
DRIFT-1,05	8,6	131,0	24,6	69	2,15	40,0	40,0	40,0	40,0	3,5
DRIFT-0,8	11,3	172,0	24,6	69	1,65	40,0	40,0	40,0	40,0	3,2
						35,0	55,0	35,0	55,0	
						40,0	58,0	40,0	58,0	
DRIFT-0,6	15,1	229,3	24,6	68	1,25	40,0	40,0	40,0	40,0	3,1
CHILL	5,8	56,0	15,7	69	2,0	40,0	40,0	40,0	40,0	3,2



Модули для промышленного применения

Система обозначений

Для обозначения однокаскадных модулей используется универсальное сокращение вида:

ТВ-N-C-h, где:

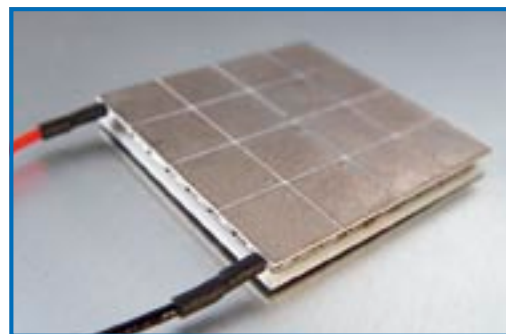
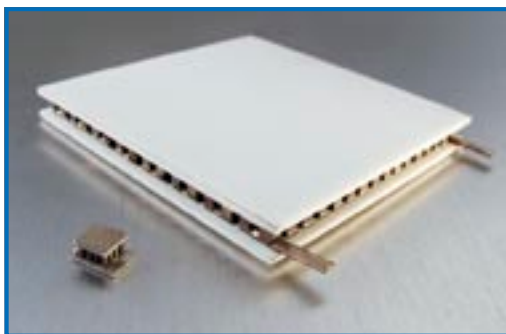
ТВ — сокращенное обозначение изделия — термоэлектрическая батарея (модуль);

N — количество термоэлектрических пар в модуле;

C — длина ребра основания термоэлектрического элемента (в миллиметрах);

h — высота термоэлектрического элемента (в миллиметрах)

Например, в модуле ТВ-161-1,4-1,5: 161 термоэлектрическая пара (322 термоэлектрических элемента), каждый элемент имеет поперечное сечение 1,4×1,4 мм и высоту 1,5 мм.



Однокаскадные термоэлектрические модули для специализированных задач

Однокаскадные термоэлектрические модули

Модуль	I_{max}	Q_{max}	U_{max}	dT_{max}	R_{ac}	Размеры (mm)				
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	(Ohm)	A	B	C	D	H
ТВ-127-0,8-1,5	2,0	19,1	15,7	69	6,4	30,0	30,0	30,0	30,0	3,8
ТВ-7-1,0-2,5	1,9	1,0	0,9	70	0,33	8,0	8,0	8,0	8,0	4,8
ТВ-17-1,0-2,5	1,9	2,5	2,1	70	0,85	11,5	11,5	11,5	11,5	4,8
ТВ-31-1,0-2,5	1,9	4,5	3,9	70	1,5	14,8	14,8	14,8	14,8	4,8
ТВ-63-1,0-2,5	1,9	9,1	7,9	70	3,0	15,0	30,0	15,0	30,0	4,8
ТВ-71-1,0-2,5	1,9	10,2	8,9	70	3,35	23,0	23,0	23,0	23,0	4,8
ТВ-83-1,0-2,5	1,9	12,0	10,4	70	4,15	22,0	19,0	22,0	19,0	4,8
ТВ-127-1,0-2,5	1,9	18,3	15,9	70	6,2	30,0	30,0	30,0	30,0	4,8
ТВ-7-1,0-2,0	2,3	1,3	0,9	70	0,26	8,0	8,0	8,0	8,0	4,3
ТВ-17-1,0-2,0	2,3	3,1	2,1	70	0,65	11,5	11,5	11,5	11,5	4,3
ТВ-31-1,0-2,0	2,3	5,6	3,9	70	1,25	14,8	14,8	14,8	14,8	4,3
ТВ-63-1,0-2,0	2,3	11,4	7,9	70	2,5	15,0	30,0	15,0	30,0	4,3
ТВ-71-1,0-2,0	2,3	12,8	8,9	70	2,7	23,0	23,0	23,0	23,0	4,3
ТВ-83-1,0-2,0	2,3	14,9	10,4	70	3,2	22,0	19,0	22,0	19,0	4,3
ТВ-127-1,0-2,0	2,3	22,9	15,9	70	4,85	30,0	30,0	30,0	30,0	4,3
ТВ-127-1,0-1,8	2,6	24,9	15,7	69	4,35	30,0	30,0	30,0	30,0	4,1
ТВ-7-1,0-1,5	3,1	1,7	0,9	69	0,2	8,0	8,0	8,0	8,0	3,8
ТВ-17-1,0-1,5	3,1	4,0	2,1	69	0,5	11,5	11,5	11,5	11,5	3,8
ТВ-31-1,0-1,5	3,1	7,3	3,8	69	0,9	14,8	14,8	14,8	14,8	3,8
ТВ-63-1,0-1,5	3,1	14,8	7,8	69	1,8	15,0	30,0	15,0	30,0	3,8
ТВ-71-1,0-1,5	3,1	16,7	8,8	69	2,05	23,0	23,0	23,0	23,0	3,8
ТВ-83-1,0-1,5	3,1	19,5	10,3	69	2,3	22,0	19,0	22,0	19,0	3,8
ТВ-127-1,0-1,5	3,1	29,9	15,7	69	3,65	30,0	30,0	30,0	30,0	3,8

Модули для промышленного применения

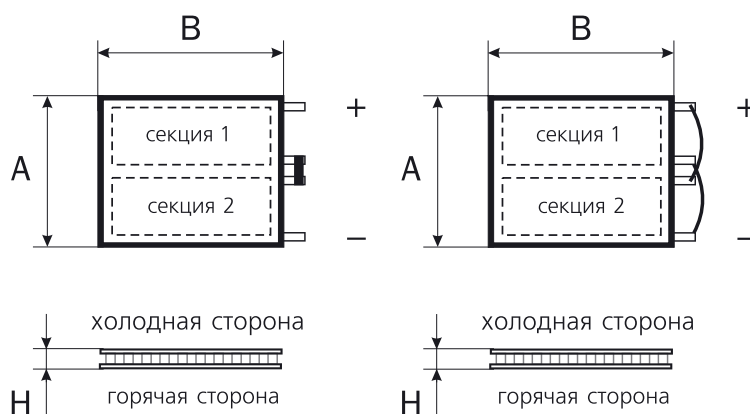
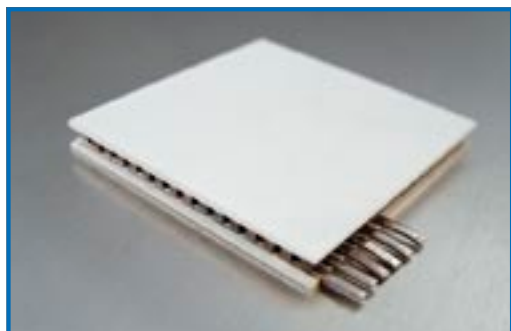


Модуль	I _{max}	Q _{max}	U _{max}	dT _{max}	R _{ac}	Размеры (mm)				
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	(Ohm)	A	B	C	D	H
TB-7-1,0-1,3	3,6	1,9	0,9	69	0,18	8,0	8,0	8,0	8,0	3,6
TB-17-1,0-1,3	3,6	4,6	2,1	69	0,42	11,5	11,5	11,5	11,5	3,6
TB-31-1,0-1,3	3,6	8,4	3,8	69	0,8	14,8	14,8	14,8	14,8	3,6
TB-63-1,0-1,3	3,6	17,1	7,8	69	1,65	15,0	30,0	15,0	30,0	3,6
TB-71-1,0-1,3	3,6	19,3	8,8	69	1,8	23,0	23,0	23,0	23,0	3,6
TB-83-1,0-1,3	3,6	22,5	10,3	69	2,2	22,0	19,0	22,0	19,0	3,6
TB-127-1,0-1,3	3,6	34,5	15,7	69	3,2	30,0	30,0	30,0	30,0	3,6
						30,0	30,0	30,0	34,0	
TB-127-1,0-1,3RE	3,6	34,5	15,7	69	3,2	30,0	30,0	30,0	30,0	3,6
TB-63-1,0-1,15	4,0	19,3	7,8	69	1,42	15,0	30,0	15,0	30,0	3,4
TB-32-1,0-0,8	5,8	14,1	3,9	68	0,53	40,0	6,0	40,0	6,0	3,1
TB-127-1,0-0,8	5,8	56,0	15,7	69	2,05	30,0	30,0	30,0	30,0	3,1
TB-195-1,0-0,8	5,8	86,0	24,1	68	3,2	50,0	25,0	50,0	25,0	3,1
TB-71-1,4-3,175	2,9	16,5	9,1	72	2,35	30,0	30,0	30,0	30,0	5,6
TB-127-1,4-2,9	3,2	32,3	16,3	72	3,7	40,0	40,0	40,0	40,0	5,2
TB-7-1,4-2,5	3,7	2,1	0,9	72	0,18	10,0	10,0	10,0	10,0	4,9
TB-17-1,4-2,5	3,7	5,0	2,2	72	0,45	15,0	15,0	15,0	15,0	4,9
TB-31-1,4-2,5	3,7	9,1	4,0	72	0,8	20,0	20,0	20,0	20,0	4,9
TB-48-1,4-2,5	3,6	13,5	6,0	70	1,25	35,0	20,0	35,0	20,0	4,9
TB-63-1,4-2,5	3,7	18,6	8,1	72	1,6	20,0	40,0	20,0	40,0	4,9
TB-71-1,4-2,5	3,7	20,9	9,1	72	1,8	30,0	30,0	30,0	30,0	4,9
TB-99-1,4-2,5	3,6	27,9	12,4	70	2,45	20,0	40,0	20,0	40,0	4,9
TB-123-1,4-2,5	3,6	34,6	15,4	70	3,2	40,0	40,0	40,0	40,0	4,9
TB-127-1,4-2,5	3,7	37,4	16,3	72	3,2	40,0	40,0	40,0	40,0	4,8
TB-63-1,4-2,0	4,6	22,2	7,9	70	1,25	20,0	40,0	20,0	40,0	4,4
TB-127-1,4-2,0	4,6	45,0	15,9	70	2,5	40,0	40,0	40,0	40,0	4,3
TB-161-1,4-2,0	4,6	57,0	20,1	70	3,3	40,0	40,0	40,0	40,0	4,3
						40,0	40,0	40,0	44,0	
TB-71-1,4-1,8	5,1	27,9	8,9	70	1,38	30,0	30,0	30,0	30,0	4,2
TB-7-1,4-1,5	6,1	3,3	0,9	69	0,11	10,0	10,0	10,0	10,0	4,0
TB-17-1,4-1,5	6,1	8,0	2,1	70	0,25	15,0	15,0	15,0	15,0	4,0
TB-31-1,4-1,5	6,1	14,6	3,9	70	0,5	20,0	20,0	20,0	20,0	4,0
TB-35-1,4-1,5	6,1	16,4	4,4	70	0,58	15,0	30,0	15,0	30,0	4,0
TB-63-1,4-1,5	6,1	29,7	7,9	70	1,05	20,0	40,0	20,0	40,0	4,0
TB-71-1,4-1,5	6,1	33,4	8,9	70	1,17	30,0	30,0	30,0	30,0	4,0
TB-99-1,4-1,5	6,1	46,0	12,4	70	1,7	20,0	40,0	20,0	40,0	4,0
TB-123-1,4-1,5	6,1	58,0	15,4	70	2,0	40,0	40,0	40,0	40,0	4,0
TB-127-1,4-1,5	6,1	60	15,9	70	2,05	40,0	40,0	40,0	40,0	3,9
						40,0	40,0	40,0	44,0	
TB-161-1,4-1,5	6,1	76	20,1	70	2,6	40,0	40,0	40,0	40,0	3,9
						40,0	40,0	40,0	44,0	
TB-241-1,4-1,5	6,1	113,8	30,0	70	3,6	55,0	55,0	55,0	59,0	4,0
TB-127-1,4-1,2	7,6	75,0	15,9	70	1,5	40,0	40,0	40,0	40,0	3,5



Модули для промышленного применения

Модуль	I _{max}	Q _{max}	U _{max}	dT _{max}	R _{ac}	Размеры (mm)				
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	(Ohm)	A	B	C	D	H
TB-7-1,4-1,15	7,9	4,2	0,9	69	0,085	10,0	10,0	10,0	10,0	3,6
TB-17-1,4-1,15	7,9	10,2	2,1	69	0,2	15,0	15,0	15,0	15,0	3,6
TB-31-1,4-1,15	7,9	18,6	3,8	69	0,4	20,0	20,0	20,0	20,0	3,6
TB-35-1,4-1,15	7,9	21,0	4,3	69	0,4	15,0	30,0	15,0	30,0	3,6
TB-63-1,4-1,15	7,9	37,9	7,8	69	0,72	20,0	40,0	20,0	40,0	3,6
TB-71-1,4-1,15	7,9	43,0	8,8	69	0,8	30,0	30,0	30,0	30,0	3,6
TB-127-1,4-1,15	7,9	76,0	15,7	69	1,5	40,0	40,0	40,0	40,0	3,6
TB-35-1,4-1,05	8,6	23,0	4,3	69	0,38	15,0	30,0	15,0	30,0	3,4
TB-99-1,4-1,05	8,6	65,0	12,3	69	1,07	20,0	40,0	20,0	40,0	3,4
TB-127-1,4-1,05	8,6	84,0	15,7	69	1,4	40,0	40,0	40,0	40,0	3,3
TB-49-1,4-0,8	11,3	42,0	6,1	69	0,4	21,0	21,0	21,0	21,0	3,2
TB-99-1,4-0,8	11,3	86,0	12,3	69	0,8	20,0	40,0	20,0	40,0	3,2
TB-7-2,0-2,5	7,6	4,2	0,9	72	0,092	14,8	14,8	14,8	14,8	4,8
TB-17-2,0-2,5	7,6	10,2	2,2	72	0,2	22,0	22,0	22,0	22,0	4,8
TB-31-2,0-2,5	7,6	18,7	4,0	72	0,4	30,0	30,0	30,0	30,0	4,8
TB-71-2,0-2,5	7,6	43,0	9,1	72	0,87	40,0	40,0	40,0	40,0	4,8
TB-127-2,0-2,5	7,6	76,0	16,3	72	1,65	48,0	48,0	48,0	48,0	4,8
						55,0	55,0	55,0	55,0	
						62,0	62,0	62,0	62,0	
TB-127-2,0-1,65	11,3	111,0	15,9	70	1,0	48,0	48,0	48,0	48,0	4,0
						55,0	55,0	55,0	55,0	
						62,0	62,0	62,0	62,0	
TB-7-2,0-1,5	12,4	6,7	0,9	70	0,055	14,8	14,8	14,8	14,8	3,8
TB-17-2,0-1,5	12,4	16,3	2,1	70	0,12	22,0	22,0	22,0	22,0	3,8
TB-31-2,0-1,5	12,4	29,8	3,9	70	0,24	30,0	30,0	30,0	30,0	3,8
TB-71-2,0-1,5	12,4	68,0	8,9	70	0,52	40,0	40,0	40,0	40,0	3,8
TB-127-2,0-1,5	12,4	122,0	15,9	70	0,95	48,0	48,0	48,0	48,0	3,8
						55,0	55,0	55,0	55,0	
						62,0	62,0	62,0	62,0	
TB-71-2,0-1,15	16,1	87,0	8,8	69	0,4	40,0	40,0	40,0	40,0	3,6
TB-127-2,0-1,15	16,1	156,0	15,7	69	0,75	48,0	48,0	48,0	48,0	3,4
						55,0	55,0	55,0	55,0	
						62,0	62,0	62,0	62,0	
TB-127-2,0-1,05	17,6	171,0	15,7	69	0,66	48,0	48,0	48,0	48,0	3,3
						55,0	55,0	55,0	55,0	
						62,0	62,0	62,0	62,0	
TB-199-2,0-0,9	20,6	310,0	24,6	69	0,87	62,0	62,0	62,0	62,0	3,2
TB-127-2,2-1,15	19,5	189,0	15,7	69	0,58	55,0	55,0	55,0	59,0	3,5
TB-127-2,2-0,95	23,4	223,0	15,5	68	0,51	55,0	55,0	55,0	59,0	3,3
TB-31-2,8-1,5	24,4	58,0	3,9	70	0,125	40,0	40,0	40,0	40,0	4,0
TB-32-2,8-1,5	24,4	60,0	4,0	70	0,12	40,0	40,0	40,0	40,0	4,0
TB-31-5,0-1,8	64,0	149,0	3,8	68	0,047	55,0	55,0	55,0	55,0	5,3
TB-31-5,0-1,5	77,0	178,0	3,8	68	0,039	55,0	55,0	55,0	55,0	5,0



Двухсекционные однокаскадные модули

Тип соединения элементов	I _{max} (Amps)	Q _{max} (Watts)	U _{max} (Volts)	ΔT _{max} (K)	R _{ac} (Ohm)	Размеры (mm)		
						A	B	H
TURBO-2,5								
последовательное	1,85	36,6	31,8	70	12,2	40,0	40,0	4,8
параллельное	3,7	36,6	15,9		3,1			
TURBO-1,5								
последовательное	3,1	60,0	31,4	69	7,5	40,0	40,0	3,8
параллельное	6,2	60,0	15,7		1,85			
TURBO-1,3								
последовательное	3,6	69,0	31,4	69	6,5	40,0	40,0	3,6
параллельное	7,2	69,0	15,7		1,6			

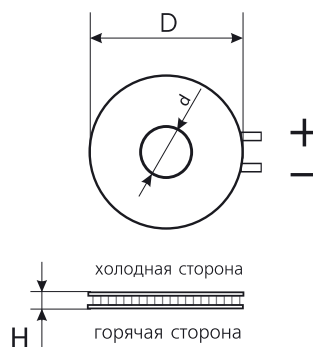
Система обозначений

Для термоэлектрических модулей с отверстием используется система обозначений стандартных однокаскадных термоэлектрических модулей с добавлением индекса:

CH — для прямоугольных модулей с центральным отверстием (например TB-43-1,0-0,8CH)

CHR — для круглых модулей с центральным отверстием (например TB-19-1,0-1,3CHR)

R — для круглых модулей (например TB-253-1,4-1,5R)

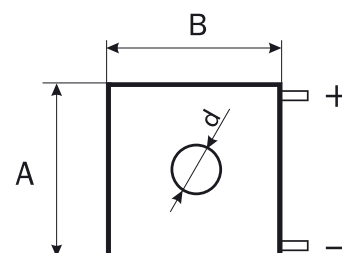


Круглые термоэлектрические модули с отверстием

Модуль	I _{max} (Amps)	Q _{max} (Watts)	U _{max} (Volts)	ΔT _{max} (K)	R _{ac} (Ohm)	Размеры (mm)		
						D	d	H
TB-19-1,0-1,3CHR	3,6	5,2	2,4	69	0,52	15,0	3,0	3,6
TB-38-1,0-0,8CHR	5,8	16,8	4,7	69	0,64	24,0	9,8	3,1
TB-38-1,0-1,3CHR	3,6	10,3	4,7	69	1,05	24,0	9,8	3,6
TB-38-1,0-1,5CHR	3,1	8,9	4,7	69	1,12	24,0	9,8	3,8
TB-43-1,0-0,8CHR	5,8	19,0	5,3	69	0,7	24,0	5,0	3,1

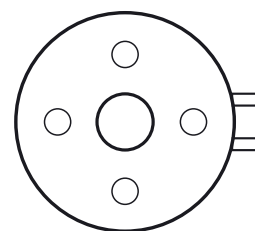
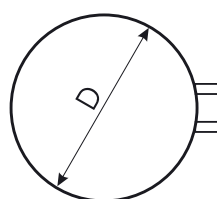


Модули для промышленного применения



Квадратные термоэлектрические модули с отверстием

Модуль	I_{max}	Q_{max}	U_{max}	ΔT_{max}	R_{ac}	Размеры (mm)			
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	(Ohm)	A	B	H	d
TB-41-1,0-1,5CH	3,1	9,6	5,1	69	1,2	20,0	20,0	3,8	6,5
TB-43-1,0-0,8CH	5,7	18,6	5,3	68	0,7	22,5	17,5	3,1	9,5
TB-43-1,0-1,3CH	3,6	11,7	5,3	69	1,1	22,5	17,5	3,6	9,5
TB-43-1,0-1,5CH	3,1	10,1	5,3	69	1,2	22,5	17,5	3,8	9,5
TB-119-1,0-1,3CH	3,6	32,3	14,7	69	3,1	30,0	30,0	3,6	4,0
TB-119-1,0-1,5CH	3,1	28,0	14,7	69	3,4	30,0	30,0	3,8	4,0
TB-119-1,0-2,0CH	2,3	21,0	14,7	69	4,9	30,0	30,0	4,3	4,0
TB-40-1,4-1,1CH	8,2	25,1	5,0	69	0,45	23,0	23,0	3,6	9,5
TB-109-1,4-1,5CH	6,1	51,0	13,7	70	1,8	40,0	40,0	4,0	13,0
TB-119-1,4-1,15CH	7,9	72,0	14,7	69	1,4	40,0	40,0	3,4	7,8
TB-119-1,4-1,5CH	6,1	56,0	14,9	70	1,9	40,0	40,0	3,9	7,8
TB-119-1,4-2,5CH	3,7	35,1	15,3	72	3,0	40,0	40,0	4,8	7,8
TB-125-1,4-1,15CH	7,9	75,0	15,5	69	1,5	40,0	40,0	3,4	4,7
TB-125-1,4-1,5CH	6,1	59,0	15,7	70	2,0	40,0	40,0	3,9	4,7
TB-125-1,4-2,5CH	3,7	36,8	16,0	72	3,1	40,0	40,0	4,8	4,7



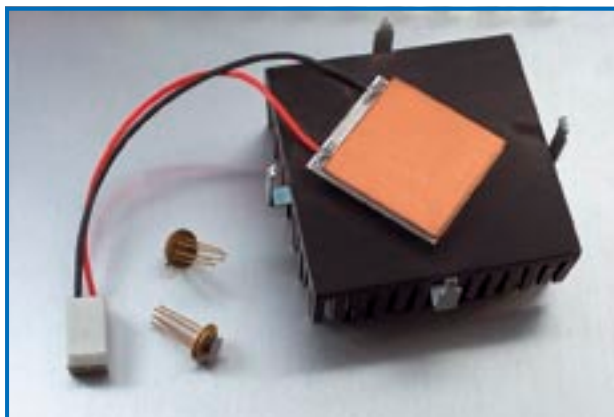
Специальные круглые термоэлектрические модули

Модуль	I_{max}	Q_{max}	U_{max}	ΔT_{max}	R_{ac}	Размеры (mm)		Дополнительная информация
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	(Ohm)	D	H	
TB-19-1,0-0,8 R	5,7	8,2	2,3	68	0,34	15,0	2,5	Без отверстия
TB-253-1,4-1,5 R	6,1	119,0	31,7	70	4,3	62,0	3,9	Без отверстия
TB-295-1,0-0,8CHR	5,8	130,0	36,5	69	4,6	61,0	3,2	Центральное отверстие $\varnothing 18,0$ мм, Четыре отверстия по краям $\varnothing 7$ мм.



Стандартные условия поставки

- материал керамических пластин — керамика Al_2O_3 (BK-96)
- допуск на высоту $\pm 0,05$ мм (L1)
- параллелизм 0,03 мм (L1)
- длина проводов 120 мм
- ориентация выводов (для прямоугольных модулей) — на длинную сторону
- температура эксплуатации до 80°C, максимальная температура монтажа 120°C (сборочный припой с $T_{пл} = 139^\circ C$)



Дополнительные опции:

Описание	Условное обозначение (*)	Примечание
температура эксплуатации до 120°C, макс. температура монтажа 130°C	HT(120)	Сборочный припой с $T_{пл} = 139^\circ C$
температура эксплуатации до 150°C, макс. температура монтажа 170°C	HT(150)	Сборочный припой Pb-Sn с $T_{пл} = 183^\circ C$
температура эксплуатации до 200°C, макс. температура монтажа 220°C	HT(200)	Сборочный припой с $T_{пл} = 232^\circ C$
Специальное исполнение для работы в условиях температурного циклирования	C	$> 10^5$ циклов $+40^\circ C/+90^\circ C$
Допуск на высоту $\pm 0,025$ мм и параллелизм 0,02 мм	L2	
Допуск на высоту $\pm 0,015$ мм и параллелизм 0,01 мм	L3	
металлизация холодной (mc) и (или) горячей стороны модуля с залудкой припоем (с температурой плавления 95°C, 117°C, 139°C, 183°C)	mc95, mh95, mm117 и т.д.	
Металлизация с золотым покрытием	mcAu, mhAu, mmAu	Металлизация Cr-Cu-Ni-Au (0,5–1 мкм)
Керамика нитрид алюминия AlN	N	Теплопроводность > 180 Вт/мК
Герметизация Эпоксидным Силиконовым Уретановым герметиком или Конформным покрытием	E, S, U, Cc	
Нестандартная ориентация выводов		
Тип и длина провода по желанию заказчика		
Изготовление цепочек		
Установка коннекторов		
Напайка на холодный или горячий радиатор, корпус или холодный блок		

(*) приведены условные сокращения, используемые для обозначения дополнительных опций в названии модуля.

Примеры:

1. FROST-72 HT (150) — термоэлектрический модуль FROST-72, с максимальной температурой эксплуатации 150°C, с керамикой из оксида алюминия.

2. DRIFT-0,8HT (200) mmAu N — термоэлектрический модуль DRIFT-0,8 с максимальной температурой эксплуатации 200°C, с керамикой из нитрида алюминия. Холодная и горячая стороны металлизированы золотым покрытием.



Модули для радиоэлектроники

Применяются в качестве мини- и микро- охладителей в системах термостабилизации микрочипов, полупроводниковых лазеров, фотоприемников и других температурно-чувствительных элементов и узлов электронных приборов.

Основные области применения

СВЧ техника

- охлаждение входных каскадов высокочувствительных приемников и усилителей
- термостабилизация параметрических усилителей

Оптоэлектроника

- контактное охлаждения п/п лазеров, ИК датчиков, ПЗС-матриц

- миникондиционеры для фотоэлектронных умножителей

Специальная вычислительная техника

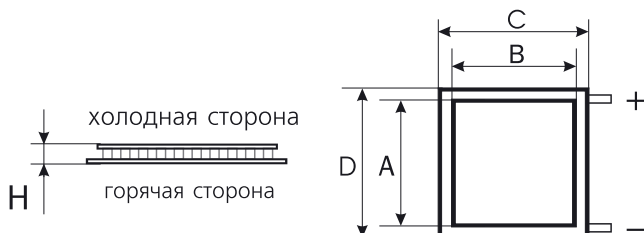
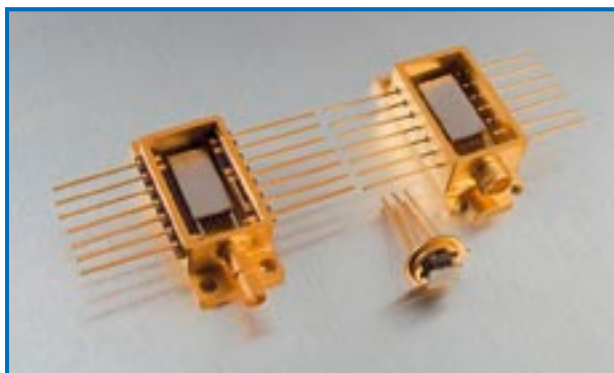
- охладители для микропроцессоров

Микромодули

Модуль	I _{max}	Q _{max}	U _{max}	dT _{max}	R _{ac}	Размеры (mm)				
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	(Ohm)	A	B	C	D	H
ТВ-8-0,45-1,3	0,7	0,4	1,0	67	1,2	3,4	3,4	3,4	5,0	2,3
ТВ-12-0,45-1,3	0,7	0,6	1,4	67	1,8	5,0	3,4	5,0	5,0	2,3
ТВ-18-0,45-1,3	0,7	0,9	2,2	67	2,8	5,0	5,0	5,0	6,6	2,3
ТВ-32-0,45-1,3	0,7	1,7	3,9	67	5,0	6,6	6,6	6,6	8,3	2,3
ТВ-66-0,45-1,3	0,7	3,5	8,0	67	10,0	9,1	9,9	9,1	11,5	2,3
ТВ-7-0,6-1,5	1,1	0,6	0,9	69	0,59	4,3	4,3	4,3	4,3	3,25
ТВ-11-0,6-1,5	1,1	0,9	1,4	69	0,91	9,0	4,0	9,0	4,0	3,25
ТВ-17-0,6-1,5	1,1	1,4	2,1	69	1,5	6,3	6,3	6,3	6,3	3,25
ТВ-31-0,6-1,5	1,1	2,6	3,8	69	2,55	8,0	8,0	8,0	8,0	3,25
ТВ-35-0,6-1,5	1,1	3,0	4,3	69	3,1	6,0	12,0	6,0	12,0	3,25
ТВ-65-0,6-1,5	1,1	5,5	8,1	69	5,6	12,0	13,0	12,0	13,0	3,25
ТВ-7-0,6-1,2	1,4	0,7	0,9	69	0,51	4,3	4,3	4,3	4,3	2,95
ТВ-11-0,6-1,2	1,4	1,2	1,4	69	0,75	4,0	9,0	4,0	9,0	2,95
ТВ-17-0,6-1,2	1,4	1,8	2,1	69	1,2	6,3	6,3	6,3	6,3	2,95
ТВ-31-0,6-1,2	1,4	3,3	3,8	69	2,05	8,0	8,0	8,0	8,0	2,95
ТВ-35-0,6-1,2	1,4	3,7	4,3	69	2,4	6,0	12,0	6,0	12,0	2,95
ТВ-65-0,6-1,2	1,4	6,9	8,1	69	4,6	12,0	13,0	12,0	13,0	2,95
ТВ-7-0,6-1,0	1,7	0,9	0,9	69	0,39	4,3	4,3	4,3	4,3	2,75
ТВ-11-0,6-1,0	1,7	1,4	1,4	69	0,62	4,0	9,0	4,0	9,0	2,75
ТВ-17-0,6-1,0	1,7	2,2	2,1	69	0,95	6,3	6,3	6,3	6,3	2,75
ТВ-31-0,6-1,0	1,7	3,9	3,8	69	1,7	8,0	8,0	8,0	8,0	2,75
ТВ-35-0,6-1,0	1,7	4,4	4,3	69	2,08	6,0	12,0	6,0	12,0	2,75
ТВ-65-0,6-1,0	1,7	8,3	8,1	69	4,0	12,0	13,0	12,0	13,0	2,75
ТВ-7-0,6-0,8	2,1	1,1	0,9	68	0,34	4,3	4,3	4,3	4,3	2,55
ТВ-17-0,6-0,8	2,1	2,6	2,1	68	0,76	6,3	6,3	6,3	6,3	2,55
ТВ-31-0,6-0,8	2,1	4,8	3,8	68	1,4	8,0	8,0	8,0	8,0	2,55
ТВ-35-0,6-0,8	2,1	5,4	4,3	68	1,7	6,0	12,0	6,0	12,0	2,55
ТВ-65-0,6-0,8	2,1	10,1	8,0	68	3,0	12,0	13,0	12,0	13,0	2,55
ТВ-109-0,6-0,8	2,1	16,9	13,4	68	5,3	26,0	12,0	26,0	12,0	2,55
ТВ-17-1,0-0,7	6,6	8,4	2,1	68	0,26	8,0	8,0	8,0	8,0	2,45

Технологические особенности:

В соответствии с требованиями директивы RoHS предлагаемые термоэлектрические модули не содержат свинца и других запрещенных материалов. Мы также предлагаем нашим заказчикам термоэлектрические модули установленные или непосредственно интегрированные в стандартные — TO (TO3, TO8 и др.), HNL, DIL, butterfly или специальные корпуса.



Система обозначений

Для обозначения однокаскадных модулей используется универсальное сокращение вида: **TB-N-C-h**, где:

TB — сокращенное обозначение изделия — термоэлектрическая батарея (модуль);

N — количество термоэлектрических пар в модуле;

C — длина ребра основания термоэлектрического элемента (в миллиметрах);

h — высота термоэлектрического элемента (в миллиметрах)

Например, в модуле TB-109-0,6-0,8: 109 термоэлектрических пар (218 термоэлектрических элементов), каждый элемент имеет поперечное сечение 0,6×0,6 мм и высоту 0,8 мм.

Стандартные условия поставки

- материал керамических пластин — оксид алюминия BK-96
- допуск на высоту $\pm 0,15$ мм
- параллелизм 0,15 мм
- длина проводов 50 мм
- ориентация выводов (для прямоугольных модулей) — на длинную сторону
- температура эксплуатации до 80°C, максимальная температура монтажа 120°C (сборочный припой с $T_{пл} = 139^\circ\text{C}$)

Дополнительные опции:

Описание	Условное обозначение (*)	Примечание
температура эксплуатации до 120°C, макс. температура монтажа 130°C	HT (120)	Сборочный припой с $T_{пл} = 139^\circ\text{C}$
температура эксплуатации до 150°C, макс. температура монтажа 170°C	HT (150)	Сборочный припой Pb-Sn с $T_{пл} = 183^\circ\text{C}$
температура эксплуатации до 200°C, макс. температура монтажа 220°C	HT (200)	Сборочный припой с $T_{пл} = 232^\circ\text{C}$
Допуск на высоту $\pm 0,025$ мм и параллелизм 0,03 мм	L1	
Допуск на высоту $\pm 0,015$ мм и параллелизм 0,02 мм	L2	
металлизация холодной (mc) и (или) горячей стороны модуля с залудкой припоем (с температурой плавления 95°C, 117°C, 139°C, 183°C)	mc95, mh95, mm117 и т.д.	
Металлизация с золотым покрытием	mcAu, mhAu, mmAu	Металлизация Cr-Cu-Ni-Au (0,5–1 мкм)
Керамика AlN	N	Теплопроводность > 180 Вт/мК
Герметизация Эпоксидным Силиконовым Уретановым герметиком или Конформным покрытием	E, S, U, Cc	
Нестандартная ориентация выводов		
Тип и длина провода по желанию заказчика		
Напайка на холодный или горячий радиатор, корпус или холодный блок		

(*) приведены условные сокращения, используемые для обозначения дополнительных опций в названии модуля.

Например обозначение TB-109-0,6-0,8 HT(200) mmAu N расшифровывается как термобатарея TB-109-0,6-0,8 выполненная на керамике из нитрида алюминия, с температурой эксплуатации до 200°C с металлизацией обеих керамических пластин золотым покрытием.

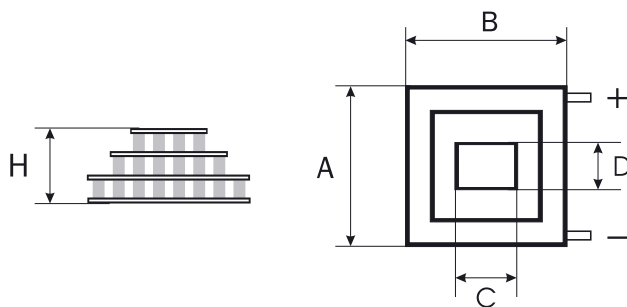


Многокаскадные модули

Применяются в системах глубокого охлаждения, холодильниках с большим перепадом температур, системах охлаждения научных, исследовательских и специальных приборов. Также используются для охлаждения ИК фотоприемников, детекторов рентгеновского излучения и других датчиков.

Основные области применения:

- охлаждение ПЗС матриц и ИК фотоприемников
- камеры холода и замораживатели
- термостаты
- научные и лабораторные приборы
- термокалибраторы
- ступенчатые охладители
- охладители и термостабилизаторы датчиков различного назначения
- приборы ночного видения



Двухкаскадные термоэлектрические модули

Модуль	I_{max}	Q_{max}	U_{max}	DT_{max}	Размеры(mm)				
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	A	B	C	D	H
ТВ-2-(11-4)-1,5	1,0	0,4	1,3	93	6,0	4,0	2,0	4,0	<6,7
ТВ-2-(11-4)-1,2	1,2	0,5	1,3	92	6,0	4,0	2,0	4,0	<6,1
ТВ-2-(11-4)-1,0	1,5	0,6	1,3	92	6,0	4,0	2,0	4,0	<5,7
ТВ-2-(17-4)-1,5	1,1	0,4	2,0	94	8,0	6,0	2,0	4,0	<6,7
ТВ-2-(17-4)-1,2	1,3	0,5	2,0	93	8,0	6,0	2,0	4,0	<6,1
ТВ-2-(17-4)-1,0	1,6	0,6	2,0	91	8,0	6,0	2,0	4,0	<5,7
ТВ-2-(31-8)-1,5	1,1	0,9	3,6	93	10,0	8,0	4,0	4,0	<6,7
ТВ-2-(31-8)-1,2	1,3	1,1	3,6	92	10,0	8,0	4,0	4,0	<6,1
ТВ-2-(31-8)-1,0	1,6	1,3	3,6	91	10,0	8,0	4,0	4,0	<5,7
ТВ-2-(31-12)-1,5	1,0	1,1	3,7	93	10,0	8,0	4,0	6,0	<6,7
ТВ-2-(31-12)-1,2	1,2	1,4	3,7	92	10,0	8,0	4,0	6,0	<6,1
ТВ-2-(31-12)-1,0	1,4	1,6	7,1	91	10,0	8,0	4,0	6,0	<5,7
ТВ-2-(59-18)-1,5	1,1	1,8	7,1	94	12,0	12,0	6,0	6,0	<6,7
ТВ-2-(59-18)-1,2	1,3	2,2	7,1	93	12,0	12,0	6,0	6,0	<6,1
ТВ-2-(59-18)-1,0	1,5	2,6	7,0	92	12,0	12,0	6,0	6,0	<5,7
ТВ-2-(127-127)-1,3	2,8	16,1	15,4	83	30,0	30,0	30,0	30,0	<8,8
ТВ-2-(127-127)-1,15	5,8	34,0	15,4	84	40,0	40,0	40,0	40,0	<8,5
BULLFINCH	8,8	31,0	8,9	87	40,0	40,0	40,0	40,0	<7,5
ТВ-2-(199-199)-0,8	10,2	95,0	24,0	84	40,0	40,0	40,0	40,0	<6,8

Система обозначений

Для обозначения многокаскадных модулей используется следующее универсальное сокращение:

TB-n-(N1-N2-N3-N4)-h, где:

TB — сокращенное обозначение изделия — термоэлектрическая батарея (модуль);

n — количество каскадов в модуле;

N1 — N4 — количество термоэлектрических пар в первом, втором, третьем и четвертом каскадах термоэлектрического модуля.

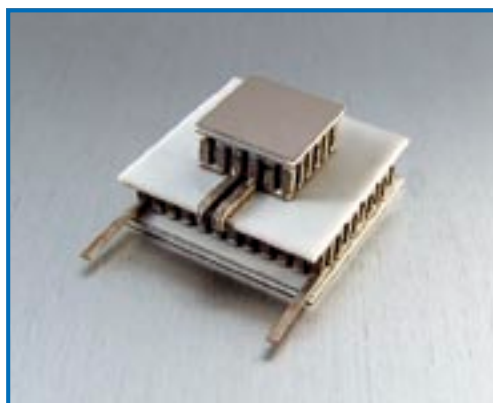
(N1-N2) используется для двухкаскадных модулей,

обозначение (N1-N2-N3) — для трехкаскадных модулей,

а (N1-N2-N3-N4) — для четырехкаскадных модулей.

h — высота термоэлектрического элемента верхнего каскада в миллиметрах.

Например, в модуле TB-2-(11-4)-1,0: 2 каскада, 11 пар в первом каскаде, 4 пары во втором каскаде, высота элементов в верхнем каскаде 1,0 мм.



Технологические особенности:

В соответствии с требованиями директивы RoHS выпускаемые термоэлектрические модули не содержат свинца и других запрещенных материалов.



Для верхних каскадов многокаскадных модулей мы используем оптимизированный термоэлектрический материал, который позволяет получать большую величину ΔT при меньшем количестве каскадов. Это позволяет производить многокаскадные модули с оптимальными весо-габаритными характеристиками и низким энергопотреблением.

Мы также предлагаем нашим заказчикам термоэлектрические модули установленные или непосредственно интегрированные в стандартные — TO (TO3, TO8 и др.), HNL, DIL, butterfly или специальные корпуса.

Трехкаскадные термоэлектрические модули

Модуль	I _{max}	Q _{max}	U _{max}	DT _{max}	Размеры (mm)				
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	A	B	C	D	H
TB-3-(31-11-4)-1,5	0,9	0,4	3,5	109	10,0	8,0	2,0	4,0	<9,3
TB-3-(31-11-4)-1,2	1,1	0,5	3,5	108	10,0	8,0	2,0	4,0	<8,4
TB-3-(31-11-4)-1,0	1,3	0,6	3,5	107	10,0	8,0	2,0	4,0	<7,8
TB-3-(59-17-4)-1,5	1	0,5	6,8	114	12,0	12,0	2,0	4,0	<9,3
TB-3-(59-17-4)-1,2	1,2	0,6	6,8	113	12,0	12,0	2,0	4,0	<8,4
TB-3-(59-17-4)-1,0	1,4	0,7	6,8	112	12,0	12,0	2,0	4,0	<7,8
TB-3-(83-18-4)-1,3	3,7	2,5	10	118	24,0	20,6	8,7	4,5	<10,8



Стандартные условия поставки

- материал керамических пластин — керамика Al_2O_3 (ВК-96)
- допуск на высоту $\pm 0,35$ мм
- ориентация выводов (для прямоугольных модулей) — на длинную сторону
- температура эксплуатации до $80^\circ C$, Max температура монтажа $120^\circ C$ (сборочный припой с $T_{пл} = 139^\circ C$)



Четырехкаскадные термоэлектрические модули

Модуль	I_{max}	Q_{max}	U_{max}	DT_{max}	Размеры (mm)				
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	A	B	C	D	H
ТВ-4-(59-31-11-4)-1,5	0,8	0,4	6,9	118	12,0	12,0	2,0	4,0	<12,2
ТВ-4-(59-31-11-4)-1,2	1	0,5	6,9	117	12,0	12,0	2,0	4,0	<11,0
ТВ-4-(59-31-11-4)-1,0	1,1	0,6	6,9	116	12,0	12,0	2,0	4,0	<10,2
ТВ-4-(83-18-4-1)-1,3	3,7	0,8	10	138	24,0	20,6	4,5	2,4	<13,6
ТВ-4-(127-71-31-17)-1,65	6,8	14,8	14,1	107	48,0	48,0	22,0	22,0	<15,0





Дополнительные опции:

Описание	Условное обозначение (*)	Примечание
температура эксплуатации до 120°C, Max температура монтажа 130°C	HT (120)	Сборочный припой с Tпл = 139°C
температура эксплуатации до 150°C, Max температура монтажа 170°C	HT (150)	Сборочный припой Pb-Sn с Tпл = 183°C
температура эксплуатации до 200°C, Max температура монтажа 220°C	HT(200)	Сборочный припой с Tпл = 232°C
Допуск на высоту ± 0,05 мм	L1	
Допуск на высоту ± 0,025 мм	L2	
металлизация холодной (mc) и (или) горячей стороны модуля с залудкой припоем (с температурой плавления 95°C, 117°C, 139°C, 183°C)	mc95, mh95, mm117 и т.д.	
Металлизация с золотым покрытием	mcAu, mhAu, mmAu	Металлизация Cr-Cu-Ni-Au (0,5–1 мкм)
Керамика AlN	N	Теплопроводность > 180 Вт/мК
Герметизация Эпоксидным Силиконовым Уретановым герметиком или Конформным покрытием	E, S, U, C	
Нестандартная ориентация выводов		
Тип и длина провода по желанию заказчика		
Нестандартная высота модуля		
Напайка на холодный или горячий радиатор, корпус или холодный блок		

(*) приведены условные сокращения, используемые для обозначения дополнительных опций в названии модуля.
 Например ТВ-2-(11-4)-1,0 HT(200) mmAu N двухкаскадный термоэлектрический модуль с максимальной температурой эксплуатации 200 С, с керамикой из нитрида алюминия.
 Холодная и горячая стороны металлизированы золотым покрытием.



Модули для бытовых охлаждающих устройств

Предназначены для применения в бытовых устройствах, ориентированных на массового потребителя и выпускаемых в больших объемах.

Основные области применения:

- переносные автомобильные холодильники и пикник-боксы
- охладители питьевой воды и тонизирующих напитков
- термоэлектрические холодильники и минибары
- винные шкафы и охладители пива
- минихолодильники для косметики

Технологические особенности:

В соответствии с требованиями директивы RoHS выпускаемые термоэлектрические модули не содержат свинца и других запрещенных материалов.

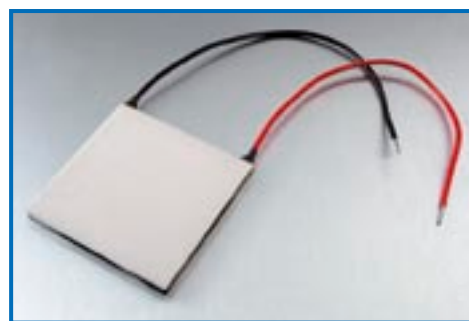


Высокая эффективность термоэлектрических модулей, предлагаемых компанией Криотерм, позволяет увеличить скорость охлаждения и достичь большего перепада температур относительно окружающей среды. Термоэлектрические модули оптимизированы под напряжение питания 12 В и обеспечивают высокую холодильную мощность при низком энергопотреблении.

Стандартные условия поставки

- материал керамических пластин — оксид алюминия (BK-96)
- допуск на высоту $\pm 0,05$ мм
- параллелизм 0,03 мм
- длина проводов 120 мм
- температура эксплуатации до 80°C (сборочный припой с $T_{пл} = 139^\circ\text{C}$)

Передовые технологии, используемые компанией «КРИОТЕРМ» для изготовления термоэлектрических элементов и сборки термоэлектрических модулей, позволяют изготавливать термоэлектрические модули в большом количестве (более 100 000 шт. в месяц) и обеспечивать высокое качество при низкой стоимости.



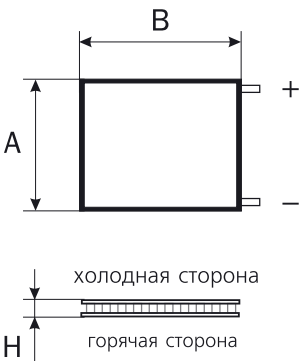
Термоэлектрические модули серии LCB

Модуль	I_{max}	Q_{max}	U_{max}	dT_{max}	R_{ac}	Размеры (mm)				
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	(Ohm)	A	B	C	D	H
LCB-127-1,0-1,3	3,6	36,0	16,1	71	3,2	30,0	30,0	30,0	30,0	3,6
LCB-127-1,4-1,5	6,1	61,0	16,1	71	2,05	40,0	40,0	40,0	40,0	3,9
LCB-127-1,4-1,15	8,0	80,0	16,1	71	1,5	40,0	40,0	40,0	40,0	3,4
LCB-127-1,0-0,8	5,8	56,0	15,7	69	2,0	40,0	40,0	40,0	40,0	3,2
LCB-127-1,4-2,5	3,7	37,4	16,3	72	3,2	40,0	40,0	40,0	40,0	4,8



Система обозначений

Для обозначения термоэлектрических модулей используется универсальное сокращение вида:
LCB-N-C-h, где:
LCB — обозначение серии: термоэлектрическая батарея с низкой стоимостью для массового потребления;
N — количество термоэлектрических пар в модуле;
C — длина ребра основания термоэлектрического элемента (в миллиметрах);
h — высота термоэлектрического элемента (в миллиметрах)
Например, в модуле LCB-127-1,0-1,3:
127 термоэлектрических пар (256 термоэлектрических элементов), каждый элемент имеет поперечное сечение 1,0×1,0 мм и высоту 1,3 мм.



Дополнительные опции:		
Описание	Условное обозначение (*)	Примечание
температура эксплуатации до 120°C	НТ (120)	Сборочный припой с Тпл = 139°C
температура эксплуатации до 150°C	НТ (150)	Сборочный припой Pb-Sn с Тпл = 183°C
Герметизация эпоксидным или Силиконовым герметиком	Е, S	
Тип и длина провода по желанию заказчика		

(*) приведены условные сокращения, используемые для обозначения дополнительных опций в названии модуля.
Например LCB-127-1,4-1,5 НТ (150) термоэлектрический модуль с максимальной температурой эксплуатации 150°C.





Специальные термоэлектрические модули

Применяются в случаях, предъявляющих специальные требования к свойствам и конструкции ТЭМ.

Примеры особых условий эксплуатации ТЭМ:

- высокий вакуум ($< 10^{-6}$ torr)
- большие механические нагрузки (пиковые ускорения до 1500 g)
- особые требования к габаритам и характеристикам модулей:
- высота менее 1,5 мм
- высокая скорость охлаждения > 10 К/сек,
- высокая удельная холодильная мощность > 20 Вт/см² и т.п.

Для вышеперечисленных случаев компания Криотерм предлагает специальную линейку термоэлектрических модулей.

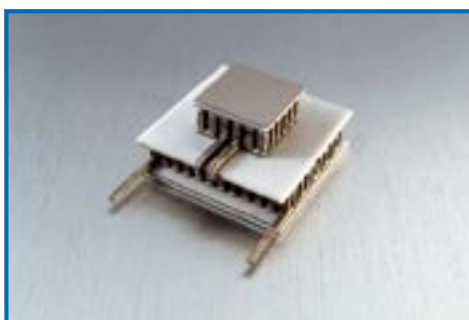
Указанные технологии используются при производстве модулей для:

- космической и специальной техники
- оптоэлектроники и телекоммуникаций
- медицины
- научных исследований.

Большинство ТЭМ для подобных задач выпускается компанией Криотерм по специальным заказам. В качестве примеров в таблице приведены характеристики некоторых специальных ТЭМ

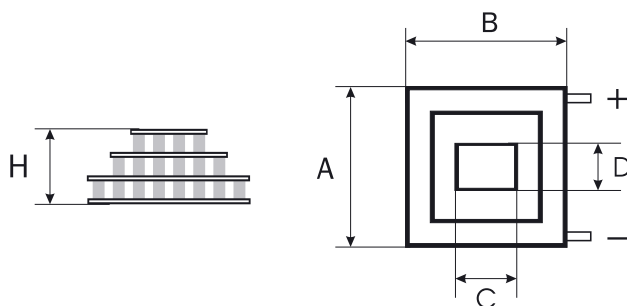
Технологические особенности:

При производстве таких модулей используются керамика AlN с теплопроводностью > 180 Вт/мК или особо тонкая керамика Al₂O₃ (100%), специальные термоэлектрические элементы с малой высотой и высокой механической прочностью и теплопереходы с малыми межэлементными зазорами и малыми контактными тепловыми сопротивлениями.



Варианты исполнения

- материал керамических пластин — керамика AlN или Al₂O₃ (BK-100)
- металлизация с золотым покрытием или залудкой припоем
- сборочный припой от 139°C до 232°C (макс темп. монтажа от 95°C до 220°C)
- монтаж на холодный или горячий радиатор, корпус или холодный блок

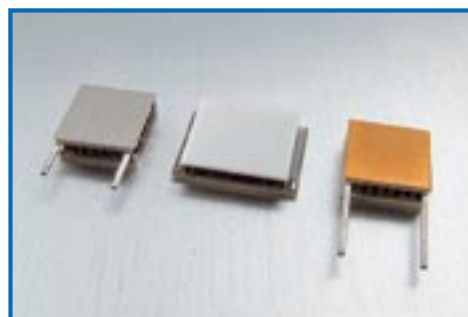
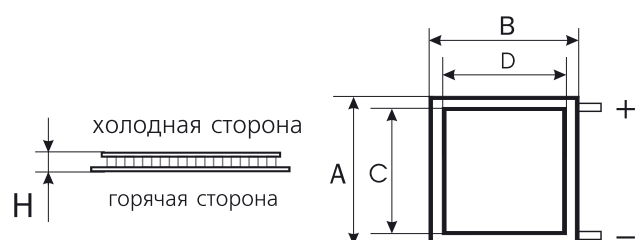


Многокаскадные модули

Модуль	I _{max}	Q _{max}	U _{max}	ΔT _{max}	Размеры (mm)				
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	A	B	C	D	H
ТВ-2-(15-2)-0,55	2,4	0,6	2,2	103	5,6	5,6	2,4	2,4	2,3
ТВ-2-(39-38)-1,1	2,3	5,0	5,4	89	19,5	14,5	19,5	14,5	6,0
ТВ-3-(59-17-5)-1,0	1,3	0,8	6,4	108	12,0	12,0	4,0	5,0	<8,7
ТВ-4-(199-199-63-17)-1,4	2,15+14,2*	7,3	19,0+10,1*	138	40,0	40,0	15,0	15,0	14,0

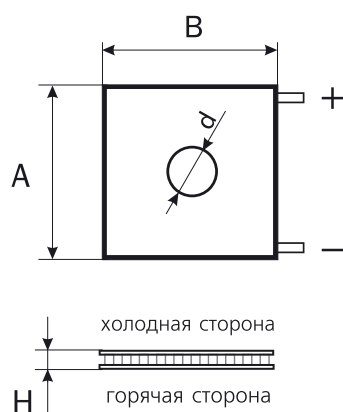
* Режим работы с отдельным питанием каскадов.

Специальные термоэлектрические модули



Микромодули

Модуль	I_{max}	Q_{max}	U_{max}	dT_{max}	R_{ac}	Размеры (mm)				
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	(Ohm)	A	B	C	D	H
ТВ-19-0,45-0,6	1,5	1,95	2,3	68	1,1	6,6	3,8	5,0	3,8	1,2
ТВ-31-0,6-0,8	2,1	4,8	3,8	68	1,40	6,2	12,0	6,2	10,2	2,2
ТВ-35-0,6-0,8	2,1	5,5	4,3	68	1,7	6,0	12,0	6,0	12,0	1,85



Модули с отверстием

Модуль	I_{max}	Q_{max}	U_{max}	ΔT_{max}	R	Размеры (mm)			
	(Amps)	(Watts)	(Volts)	(K)	(Ohm)	A	B	H	d
ТВ-53-0,5-0,6СН	1,96	7,6	6,5	69	2,50	12,0	12,0	1,6	5,0



Во всем мире идет активный поиск альтернативных экологически чистых источников энергии. В связи с этим, очень актуальным становится использование термоэлектрических модулей для генерирования электроэнергии. Интерес к подобным разработкам подстегивается и последними достижениями в области изготовления термоэлектрических модулей и конструкций на их основе.

Использование термогенераторных модулей (ТГМ) производства компании «КРИОТЕРМ» позволяет обеспечивать с одного ТГМ при разности температур 100°C генерацию электрической энергии мощностью до 10 Вт при напряжении постоянного тока до 6 В.

Среди основных областей применения ТГМ можно выделить следующие:

- утилизация бросового тепла на транспортных установках (автомобилях, судах);
- автономное обеспечение энергией электронных блоков для водяных котлов и мусоросжигательных установок;
- катодная защита газовых трубопроводов;
- преобразование тепла природных источников — геотермальные воды и т.п. в электрическую энергию;
- автономное питание маломощных электрических устройств.

Рекомендации по применению:

1. Термогенераторные модули (ТГМ) необходимо устанавливать на ровной поверхности. Особенно важно это требование для холодной стороны ТГМ. Чистота обработки поверхности, на которой установлены ТГМ, должна быть лучше 20 мкм.
2. Сила прижима модулей должна составлять не менее 35 – 45 кгс (350 – 450 Н).
3. Температура горячего спая ТГМ не должна превышать 200 °C

Внимание! Во время эксплуатации ТГМ при уменьшении электрической нагрузки ТГМ возможно повышение температуры горячего спая модуля на величину до 5% от разницы температур между горячей и холодной сторонами модуля.

Конструктивные характеристики

Модуль	Геометрические размеры, мм				Внутреннее сопротивление	Тепловое сопротивление	N рисунка.
	A	B	D	H	Ohm	K/W	1
TGM-127-1.0-0.8	30	30	-	3.1	2.6	1.8	1
TGM-127-1.0-1.3	30	30	-	3.6	4.2	3.0	1
TGM-127-1.0-2.5	30	30	-	4.3	8.1	5.6	1
TGM-127-1.4-1.5	40	40	-	3.6	2.7	1.9	1
TGM-127-1.4-2.5	40	40	-	4.8	4.2	2.9	1
TGM-199-1.4-0.8	40	40	-	3.2	2.1	0.60	1
TGM-199-1.4-1.2	40	40	-	3.6	3.1	0.91	1
TGM-199-1.4-1.5	40	40	-	3.9	4.2	1.2	1
TGM-254-1.0-1.3 (Serial)	40	40	-	3.6	8.5	1.5	1
TGM-254-1.0-1.5 (Serial)	40	40	-	3.8	9.8	1.7	1
TGM-254-1.0-2.5 (Serial)	40	40	-	4.8	13.0	2.3	1
TGM-253-1.4-1.5R	-	-	62	3.9	5.3	0.94	2
TGM-295-1.0-0.8CHR	-	-	61*	3.2	6.1	0.79	3

Дополнительная информация:

* — Круглый модуль с отверстием в центре Ø18 мм. и с четырьмя отверстиями по краям с Ø 7 мм.

Система обозначений



Для обозначения термогенераторных модулей используется универсальное сокращение вида:

TGM-N-C-h, где:

TGM — сокращенное обозначение изделия – термоэлектрическая батарея (модуль);

N — количество термоэлектрических пар в модуле;

C — длина ребра основания термоэлектрического элемента (в миллиметрах);

h — высота термоэлектрического элемента (в миллиметрах)

Например, в модуле TGM-127-1.0-2.5:

127 термоэлектрических пар (254 термоэлектрических элементов), каждый элемент имеет поперечное сечение 1,0×1,0 мм и высоту 2,5 мм.

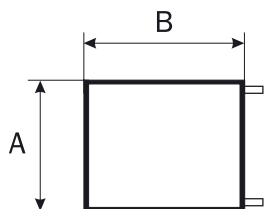


рис. 1

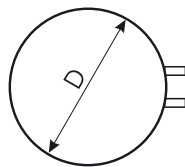


рис. 2

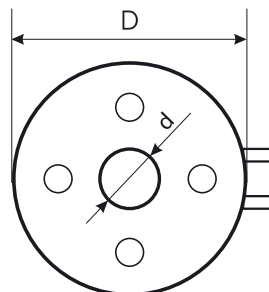


рис. 3

Эксплуатационные характеристики

Модуль	Температура горячего спаев 150°C				Температура горячего спаев 200°C			
	Напряжение, В	Ток, А	Мощность, Вт	КПД, %	Напряжение, В	Ток, А	Мощность, Вт	КПД, %
TGM-127-1.0-0.8	2.5	1.0	2.4	3.3	3.7	1.3	4.8	4.1
TGM-127-1.0-1.3	2.5	0.59	1.5	3.3	3.7	0.81	3.0	4.1
TGM-127-1.0-2.5	2.5	0.31	0.77	3.2	3.7	0.42	1.5	4.0
TGM-127-1.4-1.5	2.5	0.94	2.4	3.3	3.7	1.3	4.7	4.0
TGM-127-1.4-2.5	2.5	0.60	1.5	3.2	3.7	0.82	3.0	4.0
TGM-199-1.4-0.8	3.9	1.9	7.3	3.3	5.7	2.5	14.6	4.1
TGM-199-1.4-1.2	3.9	1.2	4.9	3.3	5.7	1.7	9.8	4.1
TGM-199-1.4-1.5	3.9	0.94	3.7	3.3	5.7	1.3	7.4	4.1
TGM-254-1.0-1.3 (Serial)	5.0	0.59	3.0	3.3	7.3	0.81	5.9	4.1
TGM-254-1.0-1.5 (Serial)	5.0	0.51	2.6	3.3	7.3	0.70	5.1	4.1
TGM-254-1.0-2.0 (Serial)	5.0	0.39	1.9	3.3	7.3	0.53	3.9	4.0
TGM-253-1.4-1.5R	5.0	0.94	4.7	3.3	7.3	1.3	9.4	4.1
TGM-295-1.0-0.8CHR	5.8	1.0	5.6	3.3	8.5	1.3	11.1	4.1

Информация по характеристикам

- Характеристики приведены для работы в вакууме, при сопротивлении нагрузки, равном электрическому сопротивлению модуля, для температур холодных спаев $T_c=50^\circ\text{C}$ и горячих спаев $T_h=150^\circ\text{C}$.
- Значения теплового и электрического сопротивления, а так же эксплуатационные характеристики ТГМ являются справочными, и в связи с постоянным совершенствованием конструкции ТГМ могут изменяться без предварительного уведомления.



Термоэлектрические сборки

Кроме термоэлектрических модулей компания «КРИОТЕРМ» выпускает также термоэлектрические сборки различных типов.

Термоэлектрическая сборка — это устройство, выполненное в виде нескольких скрепленных между собой теплообменников, между которыми установлены термоэлектрические модули.

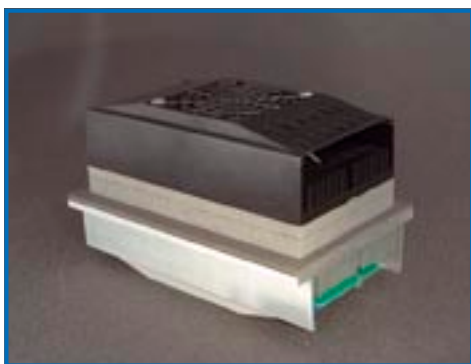
Сфера применения термоэлектрических сборок чрезвычайно широка. Они могут быть использованы при изготовлении холодильников, воздушных кондиционеров, систем охлаждения электронной аппаратуры и т.п. Сборки оптимизированы под напряжение питания 12, 24 и 48 В, что позволяет подключать их к бортовой сети автомобилей, железнодорожных и водных транспортных средств.

Выпускаемые фирмой «КРИОТЕРМ» термоэлектрические сборки типа «воздух-воздух» кроме горячего и холодного радиаторов включают в себя также и вентиляторы. Использование радиаторов с развитой поверхностью позволяет с минимальными температурными потерями передавать тепло от охлаждаемого объекта на холодную сторону модуля и с горячей стороны модуля в окружающую среду. Обдув радиаторов при помощи вентиляторов делает этот процесс еще более эффективным.

Теплоизоляция, установленная между радиаторами препятствует обратному переносу тепла к охлаждаемому объекту.



Каждая термоэлектрическая сборка, выпускаемая компанией «КРИОТЕРМ», имеет отверстия для монтажа и коммутационную плату для подключения электропитания. В качестве дополнительной опции возможна установка на сборку температурного датчика и контроллера температуры.



Термоэлектрические сборки «воздух-воздух»

Наименование	I рабочий	U рабочее	Q рабочая	Q max	Размеры, мм			Вес, кг
	(Amps)	(Volts)	(Watts)	(Watts)	длина	ширина	высота	
60-24-AA	3,2	24,0	56,0	106,0	240,0	150,2	155,0	2,9
60-12-AA	6,4	12,0	56,0	106,0	240,0	150,2	155,0	2,9
80-24-AA	5,2	24,0	85,0	157,0	320,0	150,0	155,0	3,8
80-12-AA	10,4	12,0	85,0	157,0	320,0	150,0	155,0	3,8
120-24-AA	5,1	24,0	90,0	195,0	320,0	150,2	155,0	3,8
120-12-AA	10,2	12,0	90,0	195,0	320,0	150,2	155,0	3,8
180-24-AA	5,8	24,0	110,0	151,0	480,0	150,2	155,0	5,7
380-24-AA	10,4	24,0	185,0	380,0	252,0	200,0	210,0	6,4

ІНФОРМАЦІЯ О КОМПАНИИ





Компания «КРИОТЕРМ» была образована в 1992 году на базе крупнейшего в СССР научно-исследовательского института, разрабатывающего термоэлектрические модули и системы для нужд военного и аэрокосмического комплексов. Большие производственные мощности, гибкость технологического оборудования, внедрение современных технологий в производство и профессиональный менеджмент позволили компании «КРИОТЕРМ» стать надежным поставщиком термоэлектрических модулей и систем более чем для 400 различных компаний по всему миру. Наша продукция нашла свое применение в промышленных и бытовых охладителях, медицинской и электронной аппаратуре, телекоммуникационном и радиоэлектронном оборудовании. Она также используется в космической и специальной технике. В настоящее время на предприятии работает 180 человек, включая 12 кандидатов наук.



В основе деятельности компании «КРИОТЕРМ» лежит стратегия, направленная на предоставление всем нашим клиентам высокоэффективной продукции, наилучшего сервиса и полной инженерно — технической поддержки.

Мы владеем полным технологическим циклом производства термоэлектрических модулей охлаждения и модулей для генераторов: изготовление материалов, их разделение на ветви, нанесение антидиффузионных покрытий, сборка модулей, герметизация, пооперационный и финишный контроль.



Компания «КРИОТЕРМ» постоянно расширяет и совершенствует номенклатуру выпускаемой продукции. В настоящее время мы серийно выпускаем более 250 типов термоэлектрических модулей. С учетом дополнительных опций номенклатура составляет несколько тысяч наименований и может удовлетворить самого взыскательного заказчика. В то же время по заказу наших клиентов мы можем за 60 дней разработать и выпустить пробную партию модулей нового типа с характеристиками, соответствующими требованиям заказчика.

Одним из направлений нашей деятельности является разработка и изготовление термоэлектрических систем по запросам наших клиентов. Такой подход позволяет найти клиенту максимально эффективное решение поставленных задач, основанное на более чем 30 летнем опыте работы наших специалистов в различных сферах применения термоэлектричества.

Мы постоянно совершенствуем качество и характеристики нашей продукции, расширяем ее номенклатуру и предлагаем нашим партнерам выгодные условия сотрудничества. Высокие характеристики и надежность термоэлектрических модулей «КРИОТЕРМ» полностью соответствуют мировым стандартам.

Информация о нашей компании содержится на сайте:
<http://www.kryotherm.ru>





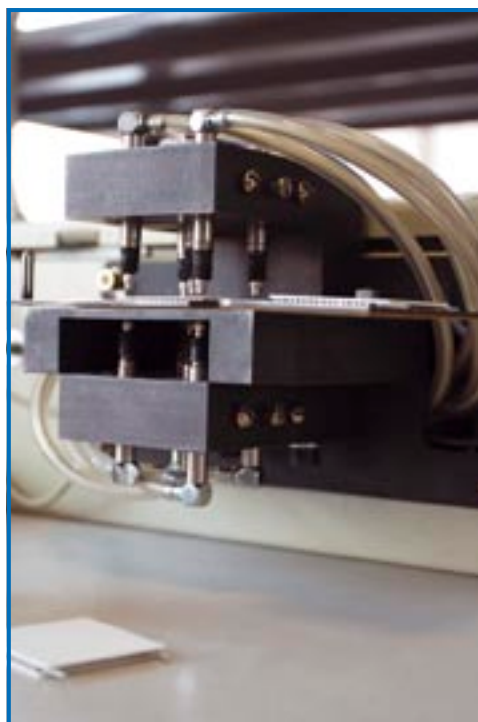
Система контроля качества



Компания «КРИОТЕРМ» уделяет особое внимание контролю качества и надежности выпускаемых термоэлектрических модулей.

На нашем предприятии внедрена передовая система качества. В соответствие с ней организованы проверка комплектующих материалов, контроль над стадиями производственного процесса и испытания готовых изделий.

Постоянное совершенствование и развитие методов контроля является, по нашему мнению, необходимым условием для выпуска высококачественной продукции, удовлетворяющей возрастающим требованиям наших клиентов.



Отличительной особенностью компании Криотерм является индивидуальный подход к каждому заказу нашего клиента. Предлагая очень широкую гамму выпускаемых изделий — более 3000 видов и исполнений ТЭМ для различных задач — мы подтверждаем высокое качество наших изделий многократными испытаниями, проводимыми в соответствии с принятой на предприятии системой качества. Для проведения испытаний используется современная контрольно-измерительная и испытательная аппаратура.



Проводимые нами испытания классифицируются на:

1. Приемосдаточные
2. Периодические
3. Испытания на надежность
4. Типовые

Приемосдаточные испытания проводят с целью контроля ТЭМ на соответствие требованиям технических условий и спецификации заказчика. Этим испытаниям подвергается 100% выпускаемых модулей.

В состав приемосдаточных испытаний входят:

1. Контроль геометрических размеров
2. контроль электрофизических параметров модуля: сопротивления и термоэлектрической добротности
3. визуальный контроль
4. контроль на соответствие спецификации заказчика

Периодические испытания проводят для контроля технологических процессов изготовления ТЭМ.

Периодические испытания проводят на 2–3 типах модулей не реже 1 раза в год. Таким испытаниям подвергаются по два модуля каждого типа, прошедшие приемосдаточные испытания в полном объеме.

В случае изменения существующих или внедрения новых технологических процессов, внепланово проводятся периодические испытания продукции, выпускаемой по новой или измененной технологии. Периодические испытания проводятся в соответствии с требованиями стандартов MIL-STD-883 и ГОСТ 20.57.406, 20.57.406-81, 15150.





В состав периодических испытаний входят следующие испытания:

1. на прочность при воздействии синусоидальной вибрации (MIL-STD-883, метод 2002)
2. на прочность при воздействии механических ударов одиночного действия (MIL-STD-883, метод 2007)
3. На прочность при воздействии сдвигового усилия (MIL-STD-883, метод 2019)
4. На прочность при транспортировании (ГОСТ 15150)
5. воздействие повышенной влажности — для герметизированных модулей ($T = +27^{\circ}\text{C}$, относительная влажность 100%)
6. циклическое изменение температуры среды (MIL-STD-883, метод 1010)
6. испытания на срок службы (1000 ч, $I = 0,75 \times I_{\text{max}}$, $T_h = 27 \pm 10^{\circ}\text{C}$)
7. Температурное циклирование (тест $+40^{\circ}\text{C}/+90^{\circ}\text{C}$ со сменой полярности тока, не менее 10^4 циклов)
8. Контроль сопротивления изоляции ТЭМ

Испытания на надежность проводятся для ТЭМ, к которым предъявляются повышенные требования по эксплуатационной надежности.

В проверку на надежность входят следующие испытания:

1. Жесткое температурное циклирование (тест $0^{\circ}\text{C}/+100^{\circ}\text{C}$ со сменой полярности тока, не менее 10^3 циклов)
2. Температурное циклирование (тест $+40^{\circ}\text{C}/+90^{\circ}\text{C}$ со сменой полярности тока не менее 2×10^4 циклов для обычных ТЭМ и 10^5 циклов для ТЭМ, предназначенных для работы в условиях термоциклирования)
3. длительное хранение при повышенной температуре ($+85^{\circ}\text{C}$)
4. длительное хранение при пониженной температуре (-40°C)
5. циклическое изменение температуры среды (MIL-STD-883, метод 1010)
6. длительное хранение при повышенной влажности и повышенной температуре для герметизированных модулей ($+85^{\circ}\text{C}$, относительная влажность 100%)

Типовые испытания проводят для оценки эффективности и целесообразности внесения изменений в технологию изготовления ТЭМ, и применения новых материалов и комплектующих. Объем испытаний определяется характером предполагаемых изменений.

Все проверки и испытания ТЭМ, кроме оговоренных особо, проводятся при нормальных климатических условиях: температура воздуха ($25 \pm 10^{\circ}\text{C}$), относительная влажность воздуха 45–80%, атмосферное давление 84–106,7 кПа (630–800 мм. рт. ст.)

По специальному требованию заказчика могут быть проведены дополнительные испытания, состав и параметры которых согласовываются с заказчиком в зависимости от предполагаемой области применения ТЭМ.

Подробная информация о всех испытаниях с описанием их методик, а также протоколы с результатами испытаний доступны на нашем сайте: <http://www.kryotherm.ru>



ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА





1. Высота термоэлектрических модулей

В каталоге термоэлектрических модулей производства компании «КРИОТЕРМ» приведены значения базовой высоты для модулей каждого типа. При отсутствии в заказе специальных требований высота поставляемых компанией «КРИОТЕРМ» модулей может отличаться от базовой высоты не более чем $\pm 0,15$ мм. При этом стандартный разброс высот внутри партии модулей не будет превышать $\pm 0,05$ мм. Стандартный допуск компании «КРИОТЕРМ» на параллельность модулей составляет 0,03 мм. (*)

В случаях, когда предполагается использование нескольких шлифованных модулей в одной термоэлектрической сборке, партия таких модулей может быть изготовлена с более жесткими допусками на высоту и параллельность: $\pm 0,025$ мм и 0,02 мм соответственно. В качестве дополнительной опции для специальных случаев компания «КРИОТЕРМ» предлагает уменьшение допуска на высоту и параллельность модулей в партии до ± 15 мкм и 10 мкм соответственно.

По специальному заказу компания может изготавливать термоэлектрические модули с высотой, отличной от указанной в каталоге.



(*) Для микромодулей и модулей с металлизацией стандартный допуск на высоту и параллельность составляет $\pm 0,15$ мм и 0,15 мм соответственно.

Для приложений, требующих жесткого температурного циклирования, компания «КРИОТЕРМ» производит специальные ТЭМ — с индексом С в названии, конструкция которых позволяет свести к минимуму губительное влияние периодических механических напряжений, возникающих при температурном циклировании. Такие модули при прочих равных условиях выдерживают на несколько порядков большее количество температурных циклов по сравнению с обычными ТЭМ.

2. Надежность термоэлектрических модулей

Показатель надежности является одним из важнейших параметров, который оценивает любой инженер при выборе термоэлектрического модуля. Термоэлектрические модули являются твердотельными приборами и в силу этого при правильном выборе и использовании имеют очень высокую надежность. Многолетний опыт компании «КРИОТЕРМ» показывает, что основными причинами отказов термоэлектрических модулей являются:

- Неаккуратное обращение с модулем при его эксплуатации и, в первую очередь, при его установке, приводящие к механическому разрушению ТЭМ;
- Неправильная установка термоэлектрических модулей, при которой отсутствует надлежащий тепловой контакт горячей стороны модуля с теплообменником;
- Недостаточно эффективный отбор тепла с горячей стороны модуля или подача повышенного напряжения, вызывающие перегрев модуля в процессе его эксплуатации;



- Быстрое периодическое изменение температуры холодной и (или) горячей стороны термоэлектрического модуля в широком диапазоне (температурное циклирование);
- Несоблюдение допустимых температурных режимов эксплуатации модуля.

Необходимые рекомендации по установке термоэлектрических модулей приведены в соответствующем разделе (ниже). Мы настоятельно рекомендуем Вам ознакомиться с этими рекомендациями перед началом работы, особенно в том случае, если Вы делаете эту операцию в первый раз. При расчете охлаждающей системы или выборе термоэлектрического модуля необходимо понимать, что рабочая температура горячей стороны термоэлектрического модуля не должна быть больше максимальной величины рабочей температуры, указанной в спецификации на модули. Превышение этой температуры неминуемо приводит к интенсификации процессов деградации термоэлектрического вещества или разрушению термоэлектрических модулей. Компания «КРИОТЕРМ» серийно изготавливает термоэлектрические модули с максимальной рабочей температурой 80 °С, 120 °С, 150 °С и 200 °С. ТЭМ с рабочей температурой 120 °С, 150 °С и 200 °С имеют дополнительное обозначение НТ(120), НТ(150) и НТ(200) соответственно.

Для приложений, требующих жесткого температурного циклирования компания «КРИОТЕРМ» производит специальные модули — с индексом С в названии, конструкция которых позволяет свести к минимуму губительное влияние периодических механических напряжений, возникающих при температурном циклировании. Такие модули при прочих равных условиях выдерживают на несколько порядков большее количество температурных циклов по сравнению с обычными ТЭМ. Среднее время наработки на отказ термоэлектрических модулей производства компания «КРИОТЕРМ» составляет не менее 200 000 часов при комнатной температуре. С целью достижения максимальной надежности следует проектировать термоэлектрическую систему таким образом, чтобы температура горячей стороны ТЭМ была по возможности максимально низкой.

3. Механические характеристики модулей

Согласно техническим условиям, по которым производится продукция компании КРИОТЕРМ, термоэлектрические модули не изменяют своих характеристик при:

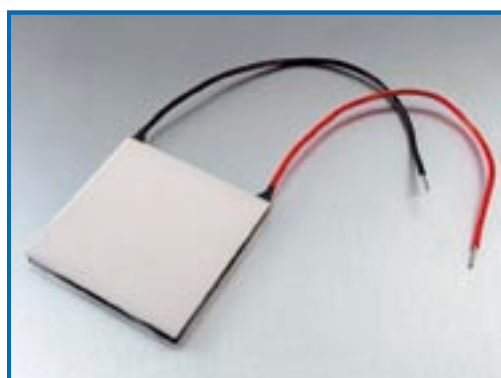
- синусоидальной вибрации частотой от 20 до 2000 Гц, с амплитудой ускорения равной 20 g по трем осям;
- периодических ударных воздействиях с максимальным ускорением до 15 g и длительностью воздействия 2–6 мс;
- одиночном ударном воздействии с максимальным ускорением до 500 g и длительностью 1–2 мс по трем осям;
- воздействию сдвигающей силы в соответствие со стандартом MIL-STD-883 (метод 219)

Для эксплуатации в особых условиях (военная техника, космос), где возможны значительные шок-овые воздействия (мгновенные механические усилия, напряжения, вибрация и др.) мы предлагаем специальные термоэлектрические

модули, при изготовлении которых применяются оригинальные конструкторские решения для обеспечения безотказной работы модулей. Компания «КРИОТЕРМ» имеет тридцатилетний опыт решения подобного рода задач, который подтверждается безотказной работой модулей, произведенных компанией «КРИОТЕРМ», в различных экстремальных условиях.

4. Провода

Для удобства установки модулей и подключения электропитания, термоэлектрические модули компании «КРИОТЕРМ» в большинстве случаев поставляются с припаянными проводами. Тип и длина проводов



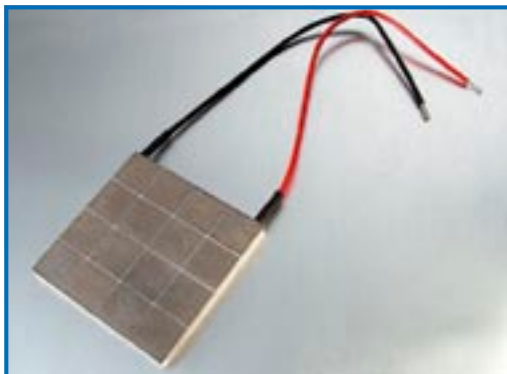
определяется заказчиком, при этом длина провода должна быть не менее 20 мм. Точность зачистки и залудки концов проводов — $\pm 1,0$ мм. Стандартный допуск на длину проводов составляет $\pm 2\%$ при длине провода более 50 мм и $\pm 1,0$ мм для более коротких проводов. Для электрической изоляции места присоединения проводов к модулям, имеющим выводные шинки, используется специальный цветной термоусадочный кембрик. В тех случаях, когда модули приобретены без соединительных проводов, необходимо быть максимально внимательными при их припайке к модулю. Следует использовать висмут-оловянный припой с температурой плавления 139 °С для обычных модулей и модулей НТ(120), припой ПОС-61 для высокотемпературных модулей НТ (150) и припой олово-сурьма для высокотемпературных модулей НТ (200).

5. Металлизированные модули

В качестве дополнительной опции компания «КРИОТЕРМ» предлагает термоэлектрические модули с металлизацией наружных поверхностей керамических пластин. Такие модули не подвергаются шлифовке и должны устанавливаться на радиаторы или теплообменники с помощью пайки. Для удобства припайки модулей к радиатору, металлизированные поверхности модуля могут быть покрыты слоем припоя с температурой плавления 95 °С. По специальному заказу для стандартных модулей может быть использован припой с температурой плавления 117 °С, а для модулей НТ (150) — 139 °С. Модули с рабочей температурой до 200 °С могут быть также залужены припоем с температурой плавления 183 °С. Для приложений, требующих установки модулей методом безфлюсовой пайки — в первую очередь для использования в области телекоммуникаций, компания



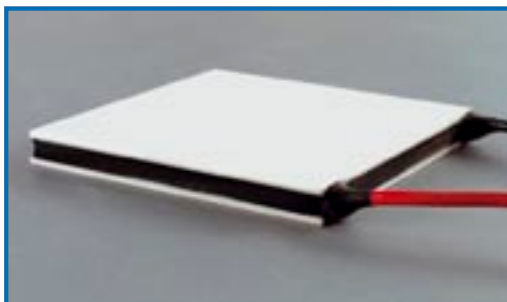
Инструкция по установке



«КРИОТЕРМ» выпускает металлизированные модули с золотым покрытием. В последнем случае металлизация имеет следующую спецификацию слоев: Cu-Ni-Au.

6. Герметизация модулей

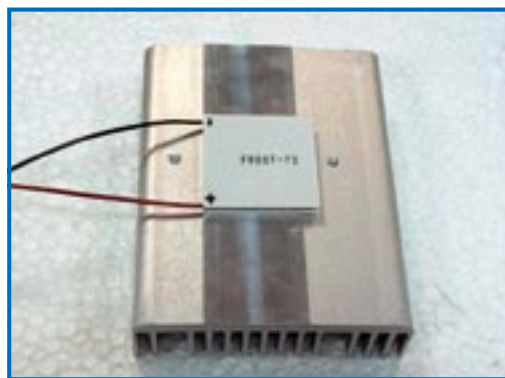
Для защиты термоэлектрических модулей от конденсата и проникновения влаги в качестве дополнительной опции компания «КРИОТЕРМ» предлагает герметизацию модулей по периметру силиконовым, эпоксидным или уретановым герметиком — им соответствуют индексы S, E, U в названии термоэлектрического модуля. Использование специальных технологий и современных материалов



позволяет максимально снизить дополнительный обратный перенос тепла от горячей стороны модуля к холодной, возникающий при герметизации модулей. Максимальное снижение ΔT_{max} для герметизированных модулей не превышает 1–1,5 °С. Компания «КРИОТЕРМ» настоятельно рекомендует заказчикам не осуществлять герметизацию модулей самостоятельно. В противном случае компания «КРИОТЕРМ» не несет ответственности за работу и возможные повреждения таких модулей.

7. Установка шлифованных модулей

Установку шлифованных модулей рассмотрим на примере сборки, включающей в себя радиатор горячей стороны, термоэлектрический модуль и охлаждаемую пластину (для других случаев установка осуществляется аналогично).



1. Подготовить поверхности радиатора и пластины. Для этого необходимо отшлифовать поверхности радиатора и пластины, добившись плоскостности не хуже чем 0,025 мм (25 микрон) на линейном размере устанавливаемого ТЭМ. Для избежания изгибов или деформаций радиатора и пластины во время сборки, отверстия для стягивающих винтов следует размещать как можно ближе к термоэлектрическому модулю. Кроме того, желательно, чтобы отверстия для болтов располагались на линии ребер жесткости радиатора.
2. Нанести тонкий и равномерный слой теплопроводной пасты (например, КПТ-8) на термоэлектрический модуль и радиатор.
3. Установить термоэлектрический модуль горячей стороной на радиатор. Горячую сторону модуля легко определить по правилу, изложенному в разделе «подключение к источнику питания». Тщательно, с равномерным усилием притереть модуль к поверхности радиатора до появления заметного сопротивления при перемещении модуля. Удалить излишки пасты, выступившей по краям модуля.
4. Прodelать операцию, указанную в пунктах 2–3, для холодной стороны модуля и охлаждаемой пластины. В данном случае необходимо проводить легкое перемещение пластиной по холодной стороне модуля.
5. Стянуть горячий радиатор и охлаждаемую пластину между собой, используя теплоизоляционные втулки. Рекомендуемый материал для изготовления теплоизоляционных втулок — поликапроамид (капролон). Стягивание сборки производите исключительно аккуратно, по очереди закручивая



стягивающие винты в несколько этапов. Если монтируется сборка, состоящая из нескольких модулей, стягивание радиатора и пластины следует начинать с винта, ближайшего к центру сборки. В процессе сборки постепенно подтягивайте каждый винт, контролируя по возможности контакт модуля с плоскостью радиатора и пластины.



Примечание: компания «КРИОТЕРМ» рекомендует следующие значения прижимного давления (P_m) при монтаже неметаллизированных ТЭМ:

Тип модуля	P_m
Микромодули	2–6 кг/см ²
Стандартные однокаскадные модули	5–12 кг/см ²
Высокоэффективные однокаскадные модули	8–12 кг/см ²
Многokаскадные модули	3–10 кг/см ²

Соответствующий момент затяжки винтов может быть определен по следующей формуле:

$$T = P_m \times S_m \times N_m \times K \times d / N, \text{ где:}$$

T — значения момента на каждом винте;

P_m — развиваемое давление прижима;

S_m — площадь поверхности термоэлектрических модулей в сборке;

N_m — число термоэлектрических модулей в сборке;

N — количество винтов, используемых для монтажа сборки;

K — приведенный коэффициент трения (к примеру, $K=0,2$ для стали, $K=0,15$ для нейлона);

d — номинальный диаметр винта.

8. Установка металлизированных модулей

1. Приготовьте поверхность радиатора — шлифовкой или полировкой добейтесь плоскостности не хуже чем 25 микрон на линейном размере устанавливаемого ТЭМ. Перед установкой следует тщательно очистить и обезжирить поверхности термоэлектрического модуля и радиатора.

2. Поверхность радиатора должна быть приспособлена для пайки, то есть радиатор должен быть изготовлен или покрыт соответствующим материалом, например, медью или никелем. После очистки следует облудить поверхность радиатора установочным припоем (тип припоя указан в спецификации на ТЭМ) и смочить ее флюсом.
3. Обезжирьте поверхность устанавливаемого модуля и покройте ее тонким слоем флюса. Подогрейте предварительно облуженную и очищенную поверхность радиатора до температуры на 5–10 °C выше температуры установочного припоя (указана в спецификации на ТЭМ). Поместите модуль на поверхности радиатора и подождите несколько секунд, чтобы припой на модуле расплавился, а избыток флюса испарился. Когда весь припой расплавится, модуль будет иметь тенденцию плавать на припое. Легкий обдув и прижим модуля улучшит его установку.
4. Охладите сборку и отвердите припой. Если в сборке используется более одного модуля, то в процессе пайки модули следует поджимать объектом, имеющим поверхность необходимого размера с необходимым допуском на плоскостность.

9. Подключение к источнику питания

Токовые выводы ТЭМ, выпускаемых компанией КРИОТЕРМ, конструктивно расположены на горячей стороне модуля. Если поместить модуль горячей стороной вниз, направив токовые выводы на наблюдателя, то справа будет находиться положительный вывод, а слева — отрицательный.

В случае герметизированных ТЭМ провод, припаянный к положительному выводу, имеет красный цвет, а припаянный к отрицательному — черный (если другое не оговорено). Если поместить модуль проводами на наблюдателя так, чтобы положительный (красный) провод находился справа, то горячей стороной модуля будет нижняя пластина, а холодной — верхняя.



При подаче тока на ТЭМ необходимо соблюдать полярность — выводы модуля должны быть подключены к одноименным полюсам источника питания. Однокаскадные термоэлектрические модули обратимы по току — при изменении полярности подключения горячая и холодная сторона модуля меняются местами. Однако, при использовании этого свойства ТЭМ следует учитывать дополнительный приток тепла по проводам к той стороне модуля, на которую они припаяны.



10. Выбор источника питания

Питание термоэлектрических модулей (ТЭМ) должно осуществляться от источника постоянного тока. Для эффективной работы модуля рекомендуется, чтобы уровень пульсаций тока не превышал 5% (максимально допустимый уровень — 10%).

Для многокаскадных модулей при необходимости достижения значительного перепада температур уровень пульсаций не должен превышать 2%. Также рекомендуется максимально уменьшать уровень пульсаций в цепи питания ТЭМ, применяемых в качестве охладителей для прецизионных приёмников и параметрических усилителей. С помощью регулируемых источников постоянного тока можно добиться точности поддержания температуры на охлаждаемом объекте $\pm 1^\circ\text{C}$. При необходимости более точной стабилизации температуры в цепь питания ТЭМ включают температурный контроллер, осуществляющий обратную связь охлаждаемого объекта с источником питания. Такие схемы, в зависимости от типа используемого контроллера и источника питания, позволяют поддерживать температуру на объекте с точностью от $0,5^\circ\text{C}$ до 10^{-5}°C .

В ряде случаев для питания ТЭМ используются источники питания с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) выходного напряжения. При этом ввиду значительной инерционности (запаздывания) тепловых процессов по сравнению с электрическими рекомендуемая частота модуляции не должна превышать 0,5 Гц. При использовании высокочастотных ШИМ (от 1 до 100 кГц) в цепь питания ТЭМ необходимо включить конденсатор соответствующей емкости для снижения уровня пульсаций.

11. Выбор напряжения питания

Подаваемое на модуль напряжение должно выбираться исходя из требуемого режима работы ТЭМ (максимальной холодильной мощности или максимальной эффективности) и не должно превышать максимального напряжения модуля U_{max} , указанного в спецификации на конкретный ТЭМ.

Например, на высокоэффективные модули серии FROST, SNOWBALL, ICE с $U_{\text{max}} \approx 16\text{ В}$ рекомендуется подавать напряжение питания около 12 В, т. е. примерно 75% от величины U_{max} . Такой выбор напряжения питания является оптимальным и позволяет обеспечить достаточную холодильную мощность (Q_c) при хорошей экономичности (КПД). КПД ТЭМ определяется как отношение холодильной мощности (Q_c), производимой ТЭМ, к потребляемой электрической мощности (P). При повышении напряжения питания более 12 В увеличение холодильной мощности будет слабым, а КПД будет резко уменьшаться.

При необходимости обеспечить высокие значения КПД для термоэлектрических систем, работающих на относительно небольших ΔT ($\Delta T \ll \Delta T_{\text{max}}$), следует использовать большее количество модулей, а каждый модуль питать меньшим напряжением, например, 6 или 9 В. При необходимости повысить удельную холодильную мощность на модули серии FROST, SNOWBALL, ICE необходимо подавать напряжение больше 12 В, но это должно сопровождаться эффективным теплоотводом с горячей стороны модуля. Для модулей с другими значениями U_{max} напряжение питания можно выбирать по тому же принципу, т. е. вблизи

75% от U_{max} . При этом необходимо учитывать особенности конкретного устройства, прежде всего, условия теплоотвода с горячей стороны и возможности источника питания. Для мощных модулей серии DRIFT оптимальным является диапазон напряжений от 12 до 18 В. Такой выбор напряжения питания для модулей данной серии позволяет добиться большой холодильной мощности без снижения КПД, что особенно важно, например, при охлаждении компьютерных процессоров.

При расчете электрических параметров рабочей точки модуля необходимо учитывать, что величина потребляемого тока после выхода модуля на режим будет на 20–35% меньше его первоначального значения. Согласно эффекту Зеебека термоЭДС увеличивается с ростом разности температур между горячей и холодной сторонами ТЭМ, что приводит к уменьшению падения напряжения на ТЭМ и, соответственно, к уменьшению протекающего через него тока.

Компьютерная программа Kryotherm



Предлагаем Вам компьютерную программу **Kryotherm**.
Наша программа специально разработана для оптимизации выбора термоэлектрических модулей и проектирования охлаждающих систем.

На основе многолетнего общения с клиентами мы выделили следующие вопросы, которые чаще всего задают наши клиенты:

1. Каковы особенности работы данного ТЭМ?
2. Сколько и каких модулей необходимо использовать для моей задачи?
3. Что получится, если в имеющейся системе охлаждения использовать данные модули?

Программа Kryotherm поможет Вам ответить на эти вопросы. Программа состоит из трех разделов:

«**Performance Graphs**» («Графики характеристик»).
В этом разделе представлены графики зависимостей характеристик термоэлектрического модуля в различных комбинациях при различных условиях эксплуатации.

«**Choice of Modules**» («Выбор модулей») — этот раздел поможет вам выбрать оптимальные (с точки зрения энергопотребления или стоимости) тип и количество термоэлектрических модулей для вашей системы, задав ее основные теплофизические и электрические характеристики (синтез);

«**Thermoelectric System**» («Термоэлектрическая система») — с помощью этого раздела вы сможете построить компьютерную модель вашей системы и провести анализ ее работы в зависимости от типа и количества используемых в ней термоэлектрических модулей, вариантов их включения, подаваемого напряжения питания и т.п. (анализ).
Запустив файл **Kryotherm.exe**, Вы найдете данные разделы в главном меню основного окна программы.

Кроме собственно характеристик термоэлектрических модулей «КРИОТЕРМ» и возможности расчета систем на их основе, в программе Kryotherm имеются алгоритмы расчета теплоизоляции и расчета характеристик теплообменников. Все это позволяет решать с помощью программы Kryotherm практически любые задачи термоэлектрического охлаждения — от расчетов бытовых холодильников и охладителей жидкости до систем охлаждения компьютерных процессоров, приборов ночного видения и т. п.

В разделе **Help** программы **Kryotherm** вы найдете подробные инструкции по ее использованию на английском и русском языках. В программе предусмотрена возможность сохранения параметров конструируемой термоэлектрической системы в отдельный файл для их дальнейшего использования или передачи. Если при решении конкретной задачи у Вас возникнут затруднения, с помощью этой опции вы сможете отправить расчетные данные специалистам «КРИОТЕРМ». Они помогут Вам найти правильное решение вашей задачи.

Мы уверены, что программа Kryotherm станет вашим надежным помощником в использовании термоэлектрических модулей и поможет реализовать широкие возможности термоэлектричества.



рис. 1 «Performance graph standard»

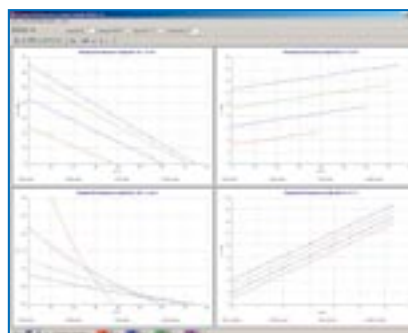


рис. 2 «Performance graph detailed»

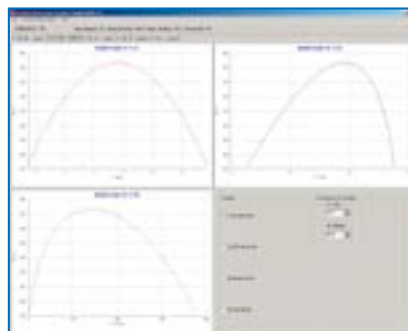
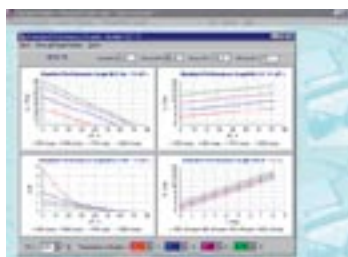


рис. 3 Choice of Modules

Программа «Kryotherm» позволяет проводить расчеты, начиная от одного ТЭМ...



...и вплоть до сложной системы охлаждения ...



...со множеством элементов.



Образец заявки

Для того, что бы специалисты Криотерм смогли предложить вам оптимальный термоэлектрический модуль для вашей задачи, заполните, пожалуйста, приведенную ниже заявку.

Чтобы точнее учесть в изготовлении модуля требуемые Вам характеристики, постарайтесь заполнить все графы заявки.

1. Область применения термоэлектрических модулей (бытовые устройства, медицинское оборудование, лазеры и т.д.)

--

2. Рабочие характеристики:

тепловая нагрузка:	
пассивная (Вт)	
активная (Вт)	
кратковременная (Вт) (пиковая)	
объем и масса охлаждаемого объекта	
общая тепловая нагрузка (Вт)	
при какой температуре должен находиться охлаждаемый объект	
тип применяемого теплоотвода (воздушное охлаждение радиатора, водяное охлаждение и т.д.)	
тепловое сопротивление теплоотвода	
температура окружающей среды	

3. Характеристики источника питания:

Характеристики	Желаемые значения	Максимально возможные
Ток		
Напряжение		
Мощность		

4. Размеры термоэлектрического модуля:

	Желаемые значения	Минимально допустимые	Максимально допустимые	Допуск изготовления
Длина				
Ширина				
Высота				

5. Материал керамики:

	Оксид алюминия (Al ₂ O ₃)	Нитрид алюминия (AlN)
Холодная сторона		
Горячая сторона		



6. Температура монтажа термоэлектрического модуля на Ваше изделие.

7. Покрытие внешних сторон керамики:

	Холодная сторона	Горячая сторона
Без покрытия		
Металлизированная		
Медь/никель		
Медь/никель/золото		
Залуженная (температура припоя)		

8. Провода

длина проводов	
тип проводов	
залудка концов проводов	

9. Специальные требования:

дополнительные испытания по Вашим требованиям (пожалуйста, кратко опишите эксперимент)	
соединение модулей в «цепочки»	
требования к упаковке	

10. Количество термоэлектрических модулей и желаемая дата получения.

11. Другие требования.



197348, Россия,
Санкт-Петербург,
Аэродромная ул. 6
тел: +7 (812) 394-1310
факс: +7 (812) 394-1267
e-mail: info@kryotherm.ru
www.kryotherm.ru



ENGINEERING & PRODUCTION FIRM

KRYOTHERM

**Термоэлектрические Модули
и Охлаждающие Системы**

Комплексные решения охлаждения

Термоэлектрические Модули и Охлаждающие Системы