

# MICROMODULES FOR LOW-POWER THERMOELECTRIC GENERATORS WITH RADIOISOTOPE HEAT SOURCE FOR INTERPLANETARY SPACE EQUIPMENT

## Description

The operating principle of thermoelectric micromodules is based on the use of thermoelectromotive forces arising in semiconductor thermocouples. A large number of legs in thermopiles (from hundreds to tens of thousands) allows to obtain the necessary electric voltages at relatively small temperatures differences ( $\sim 10\text{--}100^\circ$ ).

### Temperature modes of micromodules

Maximum operating temperature of hot side	+ 230 °C;
Admissible overheat of hot side	+250 °C;
Maximum operating temperature of cold side	+ 120 °C;
Admissible overheat of cold side	+150 °C;
Minimum operating temperature of cold side	– 50 °C.

## Innovative Aspect and Main Advantages

Special attention is paid to micromodules reliability. It was provided by special technology preventing degradation of legs in manufacturing and highly reliable technologies of legs connection to antidiffusion layers. Particularly reliable modules of IR series utilize special redundancy systems improving considerably their service life. The use of redundancy provides operating capacity of modules even at complete degradation of some legs. At degradation of one leg the electric power generated by module is reduced only by 1–3 %. The probability of failure-free work of module with redundancy during 10 years is increased by two-five orders.

## Areas of Application

Micromodules are intended for use in low-power thermoelectric generators of space or terrestrial purpose. Sources of heat can include radioactive isotopes (for example,  $\text{Pu}^{238}$ ), thermal flows in soils, heat released by organisms, including human, thermal flows through the walls of buildings and heat from various heated objects, waste heat from industrial and house-hold devices, microcatalytic sources using flameless combustion of combustible gases or liquids (petrol, kerosene) etc. Micromodules open up opportunities for wide application of low-power thermoelectric generators for power supply to space equipment.

The use of a large number of such generators on space objects radically improves the reliability of electric power

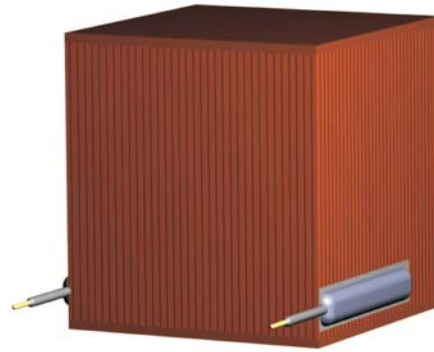


Fig. 1. A micromodule

sources, provides for their convenient location, serves as alternative to solar thermopiles on the orbits distant from the Sun. Terrestrial applications open up new opportunities of using thermoelectricity for power supply to medical equipment (heart pacemakers), heat meters, alarm and guard systems, portable electric devices, etc. Based on micromodules, compact long-action sources can be created having specific characteristics higher than those of chemical power sources (storage batteries, chemical batteries).

## Stage of Development

License agreements and cooperation for further development are sought.

## Contact Details

**Organization:** Institute of Thermoelectricity

**Contact person:** Lavska Lyudmyla

**Address:** General Post-Office, Box 86, Chernivtsi, 58002, Ukraine

**Tel:** (3803722) 7 58 60

**Fax:** (3803722) 41917

**E-mail:** anatysh@inst.cv.ua

**Website:** www.ite.cv.ukrtel.net

## МІКРОМОДУЛІ ДЛЯ МАЛОПОТУЖНИХ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ГЕНЕРАТОРІВ З РАДІОІЗОТОПНИМ ДЖЕРЕЛОМ ТЕПЛА $Pu^{238}$ ДЛЯ МІЖПЛАНЕТНИХ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ

### Огляд пропозиції

Температурні режими мікромодулів:

Максимальна робоча температура гарячої сторони	+ 230 °С;
Допустимий перенагрів гарячої сторони	+ 250 °С;
Максимальна робоча температура холодної сторони	+120 °С;
Допустимий перенагрів холодної сторони	+ 150 °С;
Мінімальна робоча температура холодної сторони	- 50 °С.

### Інноваційний аспект та основні переваги

Особлива увага приділяється надійності мікромодулів. Для її забезпечення застосовується спеціальна технологія, яка виключає руйнування віток при їх виготовленні і високо надійні технології комутації віток з антидифузійними шарами. В особливо надійних модулях серії IR застосовуються спеціальні системи резервування, які дозволяють значно покращити їх ресурсні гарантії. Застосування резервування забезпечує здатність модулів працювати навіть при повному руйнуванні частини віток. При руйнуванні однієї з віток електрична потужність, яка генерується модулем, знижується тільки до 1–3 %. Вірогідність безвідмовної роботи модуля з резервуванням протягом 10 років збільшується на 2–5 порядків.

### Галузь застосування

Мікромодулі призначені для використання в малопотужних термоелектричних генераторах космічного або наземного застосування. Джерелами тепла можуть служити радіоактивні ізотопи (наприклад,  $Pu^{238}$ ), теплові потоки в ґрунтах, тепловиділення організмів, включаючи людські, теплові потоки через стіни споруд і тепло від різних розігрітих об'єктів, відходи тепла від промислових і побутових приладів, мікрокаталітичних джерел, які використовують безполум'яне спалювання горючих газів чи рідин (бензин, газ) і т. і. Мікромодулі відкривають можливості для широкого застосування термоелектричних генераторів невеликих потужностей для живлення космічної апаратури. Застосування невеликої кількості таких генераторів на космічних об'єк-



Рис. 1. Мікромодуль

тах радикально покращує надійність джерел електричної енергії, забезпечує зручність їх розташування, є альтернативою сонячним термобатареям на орбітах, віддалених від Сонця. Наземне застосування відкриває нові можливості для використання термоелектрики для живлення медичної апаратури (кардіостимуляторів), лічильників тепла, сигнальних і охоронних систем, портативної електричної апаратури, і т. і. На базі мікромодулів можуть створюватися компактні джерела довготривалої дії, питомі характеристики яких кращі, ніж у хімічних джерел живлення (аккумуляторів, хімічних батарей).

### Стадія розробки

Триває пошук партнерів для ліцензійних угод та подальшого розробки.

### Контактна інформація

**Організація:** Інститут термоелектрики

**Контактна особа:** Лавська Людмила Петрівна

**Адреса:** м. Чернівці, головпоштамт, а/с 86, 58002, Україна

**Тел.:** (3803722) 7 58 60

**Факс:** (3803722) 4 19 17

**Електронна пошта:** anatysh@inst.cv.ua

**Інтернет:** www.ite.cv.ukrtel.net