



## **СОДЕРЖАНИЕ**

**СТРУКТУРА АО ИНЕРТЕК  
ТЕХНОЛОГИИ ТОПАЗ  
ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

*Адрес:* 123182, г.Москва,  
пл.Курчатова, д.1

*Телефон:* (095) 196-7993  
(095) 196-7553

*Факс:* (095) 196-8971

*E-Mail:* [inertek@dhtp.kiae.ru](mailto:inertek@dhtp.kiae.ru)  
[kiae@postman.ru](mailto:kiae@postman.ru)

*ftp:* [dserver.dhtp.kiae.ru](ftp:dserver.dhtp.kiae.ru)  
[avd.dhtp.kiae.ru](ftp:avd.dhtp.kiae.ru)

*Контакт:* Степеннов Б.С.



## **СТРУКТУРА АО ИНЕРТЕК**

**Учредители АО ИНЕРТЕК**

**Предмет и цели деятельности**

**Результаты научно-исследовательской, опытно-конструкторской  
и производственной деятельности**

**Инвестиционная программа**

**Научно-исследовательская база и производство**

**Дальнейшее развитие имеющихся технологий**

**Новые технологии**

*Адрес:* 123182, г.Москва,  
пл.Курчатова, д.1

*Телефон:* (095) 196-7993  
(095) 196-7553

*Факс:* (095) 196-8971

*E-Mail:* [inertek@dhttp.kiae.ru](mailto:inertek@dhttp.kiae.ru)  
[kiae@postman.ru](mailto:kiae@postman.ru)

*ftp:* [dserver.dhttp.kiae.ru](ftp:dserver.dhttp.kiae.ru)  
[avd.dhttp.kiae.ru](ftp:avd.dhttp.kiae.ru)

*Контакт:* Степеннов Б.С.



# Акционерное общество закрытого типа “ИНЕРТЕК”

## “Интернациональные энергетические технологии”

### Учредители АОЗТ “ИНЕРТЕК”



- Российский научный центр “Курчатовский институт”, г.Москва
- Центральное конструкторское бюро машиностроения, г.Санкт-Петербург
- НИИ НПО “Луч”, г.Подольск
- НИИТП, г.Москва
- ГМП “Научоемкая продукция энергетических технологий” (НП Энерготех), г.Москва



- International Scientific Products (ISP), г.Сан-Хосе (США)

### Предмет и цели деятельности АОЗТ “ИНЕРТЕК”

АОЗТ “ИНЕРТЕК” создано с целью разработки и использования в народном хозяйстве России и на рынках зарубежных стран наукоемких изделий, новых технологий и прогрессивных материалов, осуществления производства и реализации научно-технической продукции и товаров для удовлетворения общественных потребностей и извлечения прибыли.

### Предметом деятельности АОЗТ “ИНЕРТЕК” является:

- разработка технологии и выполнение НИОКР в области космической энергетики и двигателестроения для мирных целей
- проведение научных исследований и опытно—конструкторских работ в области ядерной и ракетно—космической науки и техники
- производство и реализация передовой наукоемкой продукции, технологий и материалов, биомедицины и биотехнологий
- производство и реализация изотопов для медицинских и других коммерческих целей
- производство и ремонт средств вычислительной техники, создание специальных программных продуктов, оказание услуг по их использованию
- создание баз данных по научно—технической продукции и “ноу—хау” и их использование
- патентно—лицензионная деятельность
- организация выставок, научных конференций, семинаров, симпозиумов и школ
- производство товаров народного потребления, осуществление торгово-коммерческой деятельности в сфере оптовой и розничной торговли



# **Результаты научно-исследовательской, опытно-конструкторской и производственной деятельности**

## **I Российско-американская программа ТОПАЗ-2**

- Обучение в США американских специалистов работе с ядерными термоэмиссионными установками типа "ТОПАЗ-2"
- Создание в NMERI США экспериментальной базы для испытаний и исследований образцов и компонентов установки "ТОПАЗ-2"
- Проведение демонстрационных испытаний образцов В-71 , Я-21У и ЭГК установки "ТОПАЗ-2" на комплексе TSET, NMERI в США
- Поставка в США четырёх экспериментальных образцов установки "ТОПАЗ-2" по программе ЛКИ
- Проведение расчетно-экспериментальных работ в обоснование безопасности использования в космосе КЯЭУ "ТОПАЗ-2"
- Проведение нейтронно-физических исследований в обоснование ядерной безопасности установки "ТОПАЗ-2"
- Разработка и проведение демонстрационных испытаний электро-реактивных двигателей СПД-100, СПД-160 в лабораториях США
- Возврат в Россию шести экспериментальных образцов установки "ТОПАЗ-2"
- Завершение работ по программе

## **II Российско-американская программа SPACE-R**

- Проведение расчетно-экспериментальных исследований в обоснование образца установки SPACE-R
- Разработка опытного образца ЭГК "ТОПАЗ-3"
- Завершение работ по программе

## **II Программа АТР (США)**

- Разработка предложений по обоснованию ресурса и безопасности ЭГК повышенной мощности по программе АТР



## **Инвестиционная программа**

### **Направления:**

- Развитие научно-исследовательской базы и производства
- Дальнейшее развитие имеющихся технологий
- Исследования и разработки по новым технологиям
- Коммерческая деятельность
- Недвижимость и земля
- Благотворительность

## **Научно-исследовательская база и производство**

- Компьютеры
- Средства связи
- Оргтехника
- Технологическое оборудование
- Производство ЭРД
- Компьютеризация и модернизация критической сборки
- Разработка и изготовление узлов и компонентов реактора-преобразователя
- Разработка и изготовление образцов товаров народного потребления и оборудования
- Технико-экономическое обоснование развития нового производства (В10, бесфреоновых жидкостей, банок и т.д.).



## **Дальнейшее развитие имеющихся технологий**

- Термоэмиссионная космическая ядерная энергетическая установка мощностью 40 кВт (э)
- Топливо для обеспечения длительных ресурсов космических термоэмиссионных ядерных реакторов
- ЭГК
- К-2. Испытательный реактор для полномасштабных испытаний ЭГК
- Основные узлы и компоненты термоэмиссионного реактора-преобразователя (блок рабочего тела, привод автоматического регулирования, подвеска ионизационной камеры и т.п.)
- САУ
- Экспериментальные установки (оценка)
- Энергодвигательные системы на основе разработанных технологий термоэмиссионных ЭГК и ЯРД

## **Новые технологии**

- ЭРД на основе пара металла
- Электродуговые и электротермические двигатели
- Бесфреоновые жидкости для холодильных установок
- Источники энергии солнца и ветра
- Серно-натриевые аккумуляторные батареи
- ТЭП с малым зазором
- Барогальванические преобразователи
- Термоядерный синтез
- Рентгеновские трубки

**Коммерческая деятельность**  
**Недвижимость и земля**  
**Депозиты**  
**Благотворительность**



## ТЕХНОЛОГИИ ТОПАЗ

**Российская программа NERSTP**

**(ЯЭУ) "ТОПАЗ-3"**

**Эффективный источник энергии для космоса ENISSEY**

**РН "Атлас 2АС" с бимодальной ЯЭДУ**

**САР (система автоматического регулирования)**

**Электрогенерирующие каналы (ЭГК)**

**Ядерное топливо для космических установок с термоэмиссионным преобразователем**

**Ядерная безопасность космических ЯЭУ**

**Серно-натриевые аккумуляторы и батареи**

**Космическая ядерная установка "ТОПАЗ-2"**

**Стенд "Байкал"**

**Стенд "РИГ"**

**Стенд "РТ-12"**

*Адрес:* 123182, г.Москва,  
пл.Курчатова, д.1

*Телефон:* (095) 196-7993  
(095) 196-7553

*Факс:* (095) 196-8971

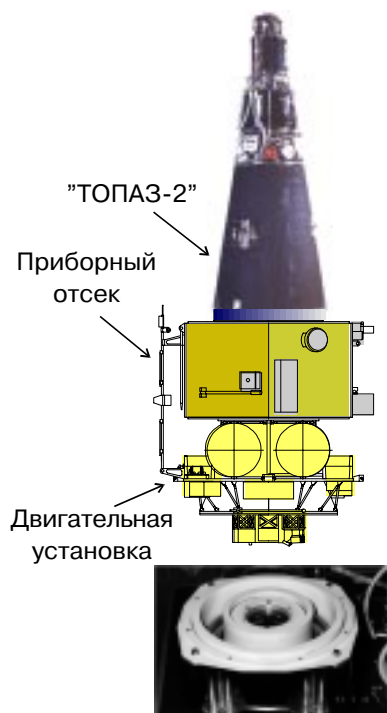
*E-Mail:* [inertek@dhttp.kiae.ru](mailto:inertek@dhttp.kiae.ru)  
[kiae@postman.ru](mailto:kiae@postman.ru)

*ftp:* [dserver.dhttp.kiae.ru](ftp:dserver.dhttp.kiae.ru)  
[avd.dhttp.kiae.ru](ftp:avd.dhttp.kiae.ru)

*Контакт:* Степеннов Борис  
Семёнович

## Российская программа NEPSTP

АО ИНЕРТЕК,  
РНЦ "Курчатовский Институт"  
ИКИ, НПО МАШ, ЦКБМ,  
НИИП, НИИТП



РНЦ им.Хруничева,  
НПО МАШ



### Цель:

- экспериментальная проверка в реальном космическом полете ЯЭУ "ТОПАЗ-2" и ЭРДУ
- проведение исследований окружающей среды вокруг КА в процессе эксперимента

### Основа:

- ЯЭУ "ТОПАЗ-2"(Россия) + "ПРОТОН" (Россия)

### Выгоды:

- использование российских технологий для запуска КА "NEPSTP" с ядерной установкой "ТОПАЗ-2"
- высокая надежность выведения КА
- меньшая стоимость запуска КА
- определение перспектив использования КА с ЯЭУ для наблюдения Земли и исследования дальнего космоса

### Задачи и этапы:

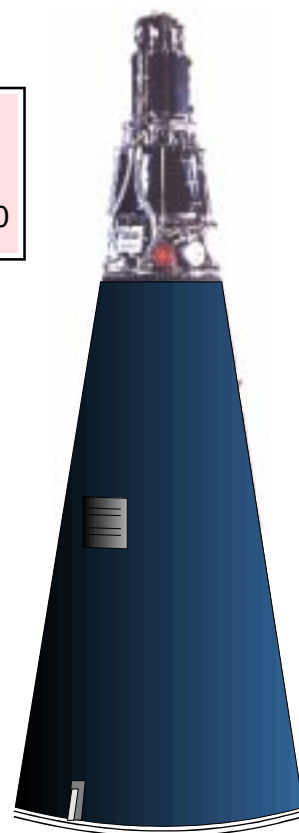
- разработка, создание и наземная отработка КА (2 года с момента начала работ)
- полигонные испытания и запуск КА (4 года с момента начала работ)
- летные испытания КА

### Основные характеристики

Масса КА, кг	3700
Масса ЯЭУ "ТОПАЗ-2" с САУ,АБ, кг	1250
Масса исследовательской аппаратуры, кг	127
Выходная мощность ЯЭУ, кВт	5
Параметры опорной орбиты:	
- высота, км	5250
- наклонение, град	28.5
- высота рабочей орбиты, км	5250-36000
- время активного функционирования, годы	3

## (ЯЭУ) "ТОПАЗ-3"

"ТОПАЗ-2"		"ТОПАЗ-3"	
Около 6	Выходная мощность, кВт(э) Масса, кг	Около 40	Около 3000
Около 1000			



### Назначение:

- источник энергии мощностью не менее 40 кВт(э) для использования в космосе

### Основа:

- термоэмиссионный реактор "ТОПАЗ-2" (Россия) с увеличенным числом одноэлементных ЭГК

### Выгоды:

- повышенная эффективность и надежность энергоснабжения КЛА
- использование имеющегося в России опыта и задела в области космических энергоустановок
- снижение стоимости программы, сроков и риска

### Задачи и этапы:

- разработка ЯЭУ
- отработка процедур, обеспечивающих безопасность использования ядерной энергии в космосе
- испытания с электронагревом
- ядерные наземные испытания
- космические летные испытания



ТЕХНОЛОГИИ ТОПАЗ

## Эффективный источник энергии для космоса ENISSEY

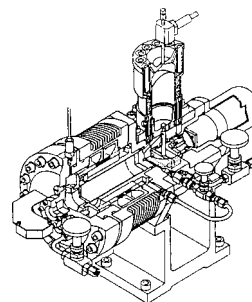
/Energy Integration Space Stirling-Emission Yoke/

АО ИНЕРТЕК,  
РНЦ "Курчатовский Институт"  
НПО "Луч", ЦКБМ, НИИТП

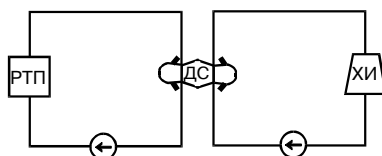
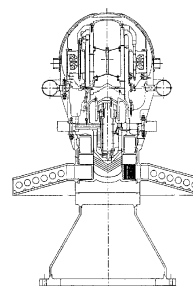


ТОПАЗ-2 (РТП)

+



+



Двигатель Стирлинга (ДС)

Комбинированная установка ENISSEY

### Цель:

- гибридный источник энергии для космоса мощностью 20-50 кВт(э)

### Основа:

- термоэмиссионный реактор ТОПАЗ-2 (Россия) + двигатель Стирлинга = Гибрид

### Выгоды:

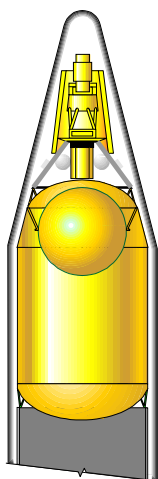
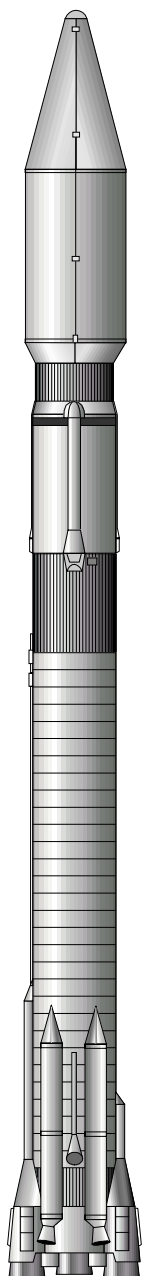
- повышение эффективности и надежности энергоснабжения космических аппаратов
- использование опыта и задела по энергетике космоса
- снижение затрат на выполнение программ

### Задачи и этапы (4 года с начала момента работ):

- разработка гибрида
- отработка процедур безопасного использования ядерной энергии в космосе
- испытания с электронагревом на тепловом стенде
- ядерные наземные испытания
- космические испытания по программе



## РН "Атлас 2АС" с бимодальной ЯЭДУ



### Характеристики РН "Атлас 2АС":

Грузоподъемность	8600 кг
на низкую ОИСЗ (Нкр=185 км)	
Масса полезного груза на ГСО	1050 кг
Масса полезного груза на ГСО с апогейным двигателем	1820 кг

Бимодальная ЯЭДУ обеспечивает высокую эффективность при гибком и динамичном применении:

Тяга в режиме ЯРД	200 Н	2200 Н
Удельный импульс тяги	770 с	810 с
Полезная электрическая мощность	10 кВт	10 кВт
Продолжительность функционирования	10 лет	10 лет
Масса выводимого на ГСО полезного груза	<u>3823 кг</u> 3866 кг*	<u>4473 кг</u> 4522 кг*
- включая приборный полезный груз	<u>1327 кг</u> 1986 кг*	<u>1916 кг</u> 2621 кг*
Время перелета на ГСО	7 сут	-1 сут
Время перемещения в противоположную точку стояния на ГСО	<u>5 сут</u> 11..13 сут*	<u>5 сут</u> 11..13 сут*

\* В варианте системы орбитального маневрирования на базе ЭРД

## САР



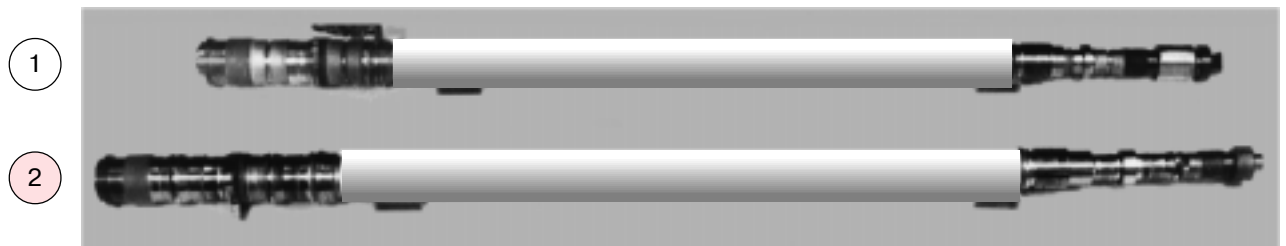
### Основные данные макета САР (система автоматического регулирования)

Масса процессора, кг	не более 5,5
Общая масса, кг	20
Вероятность безотказной работы за 3 года	не менее 0,999
Максимальная потребляемая мощность, Вт	не более 18
В дежурном режиме, Вт	(0,5-0,8)
Назначенный срок службы, лет	не менее 10,5
Быстродействие, тыс. операций в секунду	200
Емкость ОЗУ, кбайт	12
Емкость ПЗУ, кбайт	48
Количество каналов аналоговой информации	48
Радиационное облучение, нейтронное с энергией менее 0,1 МэВ, Н/см <sup>2</sup>	$8 \cdot 10^{12}$
Радиационное облучение, гамма-кванты, Рад	$10^4$

РНЦ "Курчатовский Институт"  
АО ИНЕРТЕК  
НИИП



## Одноэлементные электрогенерирующие каналы (ЭГК)



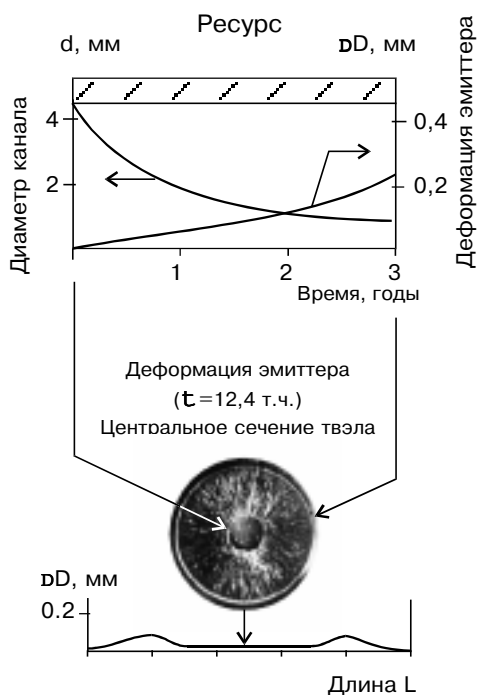
1 ЭГК ТОПАЗА-2			1 ЭГК ТОПАЗА-3	
Около	150	Выходная мощность, Вт(э) КПД, % Ресурс, лет Размеры ( $L_{\text{топл.}}$ , $D_{\text{ЭГК}}$ ), мм	Около	300...400
Около	5		Около	7,5
	3...5			7...10
	375, 23.7			400, 26.6

АО ИНЕРТЕК  
НПО "Луч"





# Ядерное топливо для космических установок с термоэмиссионным преобразователем



АО ИНЕРТЕК,  
РНЦ "Курчатовский Институт"  
НПО "Луч"



## Цель:

- создание ядерного топлива для космических установок различного назначения с ТЭП

## Основа:

- $UO_2$
- топливо установки "ТОПАЗ-2"

## Выгоды:

- увеличение ресурса установок путем создания нераспухающего топлива
- увеличение мощности установок за счет использования более тугоплавких топливных композиций
- снижение затрат на выполнение программ при использовании опыта России по технологии изготовления сердечников

## Задачи и этапы (5 лет с момента начала работ):

- поставка топлива (2 готовых комплекта):
- для подтверждения безопасности "ТОПАЗ-2"
- для проведения летных испытаний
- отработка технологии изготовления сердечников из UN, UC и их композиций
- реакторные ампульные и ядерные наземные испытания новых видов топлива в установках
- продолжение послереакторных исследований

## Параметры

Топливо	$UO_2$
Обогащение, % по $U_{235}$	96
Плотность, %	95
Стехиометрия	$2.000 + 0.005$
Температура эмитера, °C :	
$UO_2$ топливо	менее 1600
UN, UC и др.	более 1600



ТЕХНОЛОГИИ ТОПАЗ

## Ядерная безопасность космических ЯЭУ

АО ИНЕРТЕК,  
РНЦ "Курчатовский институт"  
НПО "Луч", ЦКБМ

Исследования ядерной безопасности  
на критической сборке



### Цель:

- обоснование, отработка и демонстрация ядерной безопасности космических ЯЭУ

### Основа:

- термоэмиссионный реактор "ТОПАЗ-2"
- критические стенды и оборудование России (РНЦ КИ)

### Выгоды:

- демонстрация безопасности использования ЯЭУ в космосе
- изучение влияния работы реактора на экологию Земли и ближнего космоса

### Задачи и этапы:

- отработка процедур безопасного использования ядерной энергии в космосе
- разработка согласованных критериев для оценки безопасности
- вероятностный анализ безопасности для различных вариантов космических миссий с использованием "ТОПАЗ-2"
- обоснование безопасности космических испытаний по программе

## Серно-натриевые аккумуляторы и батареи

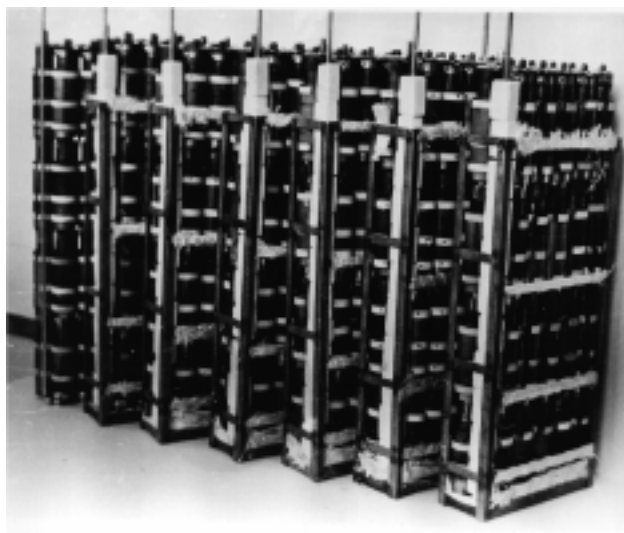
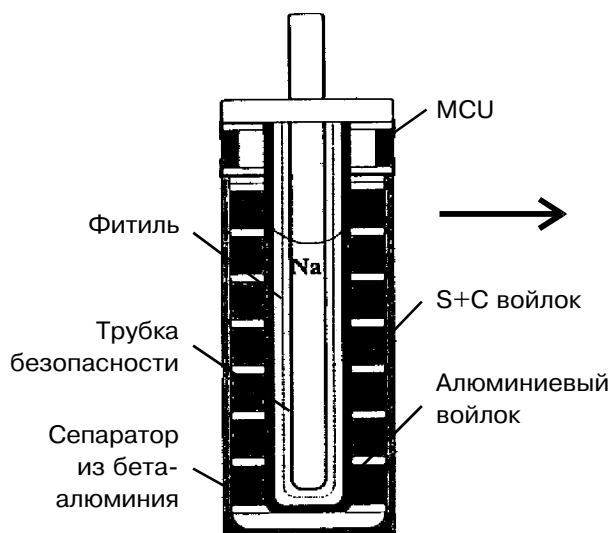
АО ИНЕРТЕК  
НПО "Луч"



По сравнению с традиционными источниками питания (щелочными, кислотными, никель-кадмиевыми, никель-водородными и т.д.) серно-натриевые батареи имеют более высокие характеристики при низкой стоимости реагентов:

удельная энергия, Вт-ч/кг	до 140
удельная мощность, Вт/кг	до 180
КПД, %	до 90
ресурс, циклов	до 1000
срок хранения, лет	до 10

Na-S элемент



## Космическая ядерная энергоустановка "ТОПАЗ-2"

Космическая ядерная энергоустановка "ТОПАЗ-2" на основе реактора-термоэмиссионного преобразователя с одноэлементными ЭГК способна вырабатывать 6 кВт электрической мощности и предназначена для использования в качестве автономного источника питания для многоцелевой бортовой аппаратуры космических летательных аппаратов (КЛА).

### Разработчики



ЦКБМ,  
г. Санкт-Петербург

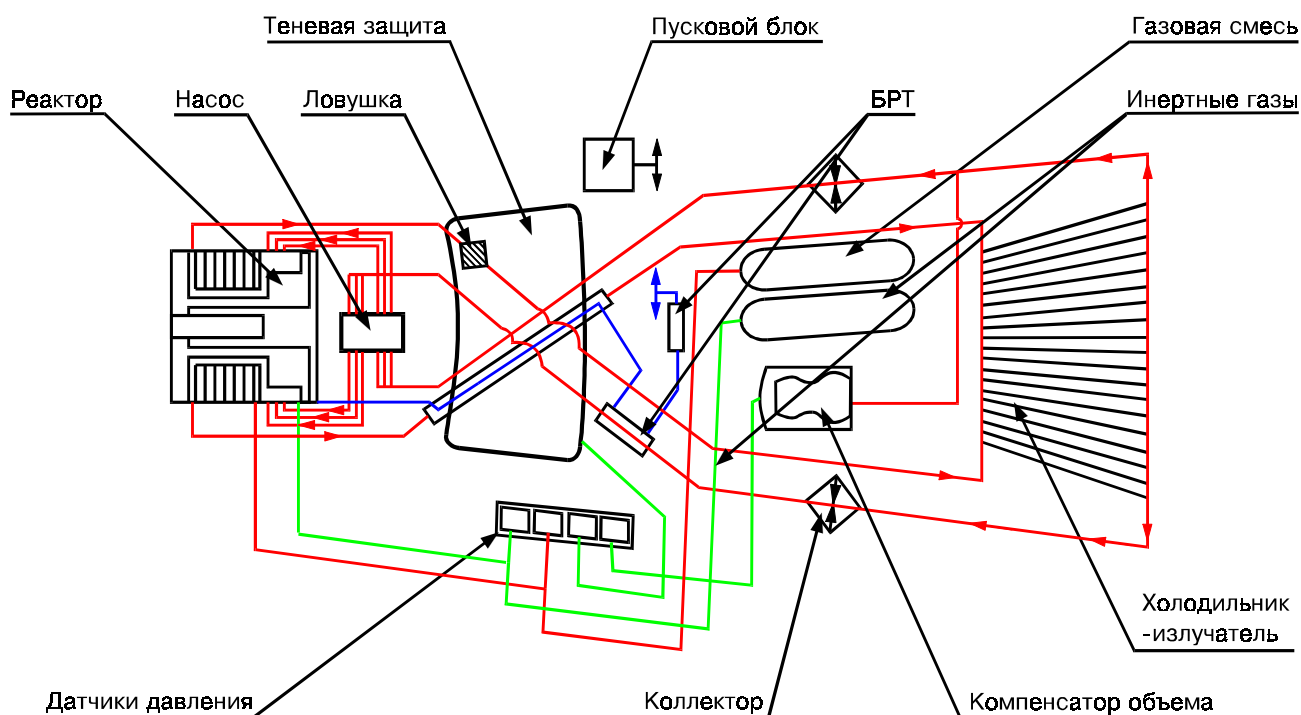
- Центральное конструкторское бюро машиностроения Министерства атомной энергии РФ

РНЦ "Курчатовский  
Институт", г. Москва

- Российский научный центр "Курчатовский институт"

НПО "ЛУЧ",  
г. Подольск, МО

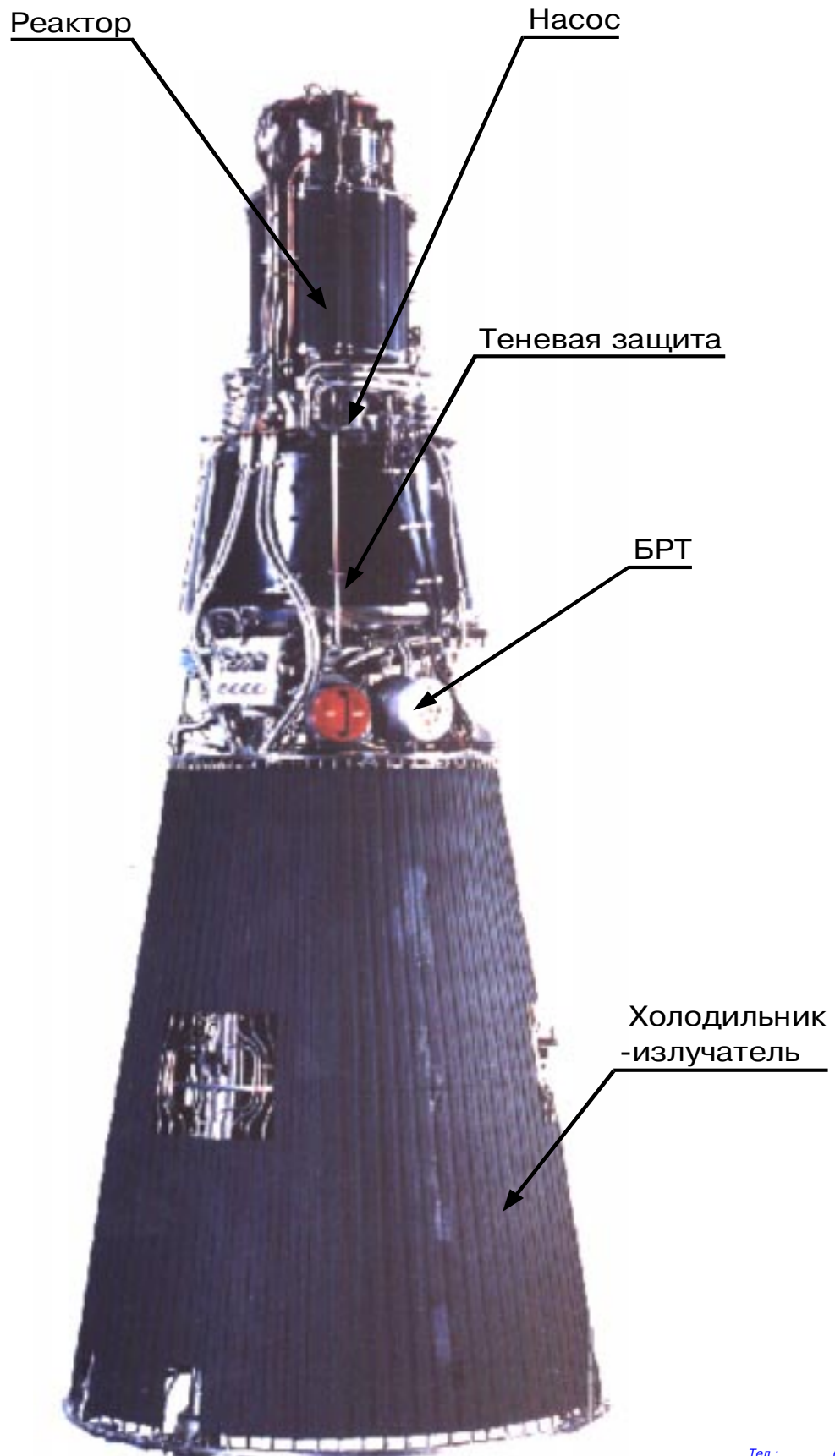
- Научно-производственное объединение "ЛУЧ" Министерства атомной энергии РФ





# ТЕХНОЛОГИИ ТОПАЗ

## Космическая ядерная энергоустановка "ТОПАЗ-2"



## Космическая ядерная энергоустановка "ТОПАЗ-2"



### Космическая ядерная энергоустановка ТОПАЗ-2 на основе реактора с одноэлементными ЭГК

- надежное бесперебойное питание КЛА электроэнергией мощностью 6 кВт;
- ресурс 3-5 лет;
- безопасность вывода на орбиту, обусловленная глубокой подкритичностью реактора;
- малогабаритность;
- хорошая маневренность;
- способность снабжать электроэнергией ЭРД для перевода спутника с опорной на рабочую орбиту;
- способность вырабатывать до 30 кВт электроэнергии при объединении с двигателем Стирлинга.

### Основные характеристики

Количество ЭГК	37
Тип ЭГК	Одноэлементный
Электрическая мощность, кВт	6
Тепловая мощность, кВт	135
Напряжение на клеммах реактора, В	От 28 до 30
Температура теплоносителя, °С	600
Длина, м	3,9
Максимальный диаметр, м	1,4
Масса реактора, кг	290
Масса холодильника-излучателя, кг	50
Общая масса, кг	1000

### Возможные области применения

- спутниковая связь;
- спутники наблюдения Земли для атмосферных, сельскохозяйственных исследований и разведки полезных ископаемых;
- радарные спутники для обнаружения судов, автомобилей и космических аппаратов;
- электропитание ЭРД для переходов с орбиты на орбиту;
- базы на Луне и других планетах;
- обеспечение длительных космических полетов к планетам солнечной системы, кометам, астероидам с возвращением на Землю

## Стенд "Байкал"

### Назначение:

- обезгаживания установки "ТОПАЗ-2";
- заправки установки "ТОПАЗ-2" теплоносителем (NaK) и газовыми смесями;
- проверки выходных характеристик установки с использованием для нагрева реактора специальных электронагревателей - тепловых имитаторов ядерного топлива (ТИСА).  
Испытания на стенде "Байкал" являются **абсолютно чистыми** с точки зрения радиационной безопасности.

### Технические характеристики

Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	Около 150
Высота от пола до крюка крана, м	Около 12
Необходимая грузоподъемность крана, т	5
Внутренний диаметр вакуумной камеры, м	2,5
Внутренняя высота вакуумной камеры, м	5,4
Масса вакуумной камеры, т	16
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /час	7
Мощность, потребляемая от сети 380 В 50 ГЦ, кВт	250





# ТЕХНОЛОГИИ ТОПАЗ

## Стенд "Байкал"

### СОСТАВ СТЕНДА

**Система водоснабжения** предназначена для обеспечения заданного температурного режима оборудования стенда "Байкал" и установки "ТОПАЗ-2" в процессе испытаний.

**Система вакуумирования** предназначена для:

- создания в вакуумной камере давления, необходимого для проведения испытаний - до  $1 \cdot 10^{-5}$  мм рт. ст.;
- создания предварительного разрежения в высоко-вакуумных системах;
- удаления продуктов обезгаживания и откачки газов после контроля герметичности, заправки полостей и т. п.

**Блок вакуумирования** аппарата и цезиевый блок предназначены для:

- создания в цезиевых полостях стенда и установки "ТОПАЗ-2" необходимого давления - до  $1 \cdot 10^{-6}$  мм рт. ст.;
- удаления продуктов обезгаживания из указанных полостей;
- очистки, проведения спектрального анализа гелия и заполнение им цезиевой полости установки "ТОПАЗ-2".

**Система заправки** предназначена для:

- создания в NaK полостях давления, необходимого для проведения испытаний - до  $1 \cdot 10^{-3}$  мм рт. ст.;
- заполнения NaK установки "ТОПАЗ-2";
- очистки от окислов и контроля чистоты NaK.

**Система газоснабжения** предназначена для:

- создания в газовых полостях давления, необходимого для проведения испытаний - до  $1 \cdot 10^{-3}$  мм рт. ст.;
- приготовления необходимых смесей газов;
- заполнения газами или их смесями соответствующих полостей изделия.

**Система управления ЦЭМН** предназначена для регулирования и контроля параметров ЦЭМН, а также обеспечивает прокачку NaK в течение 30 с при отключении питания стенда с помощью автономного источника питания. Это необходимо для того, чтобы избежать резких колебаний температуры при несанкционированном отключении ТИСА.

**Система питания ТИСА** предназначена для плавного регулирования напряжения ТИСА, а также обеспечивает контроль параметров и защиту ТИСА от перегрузки.

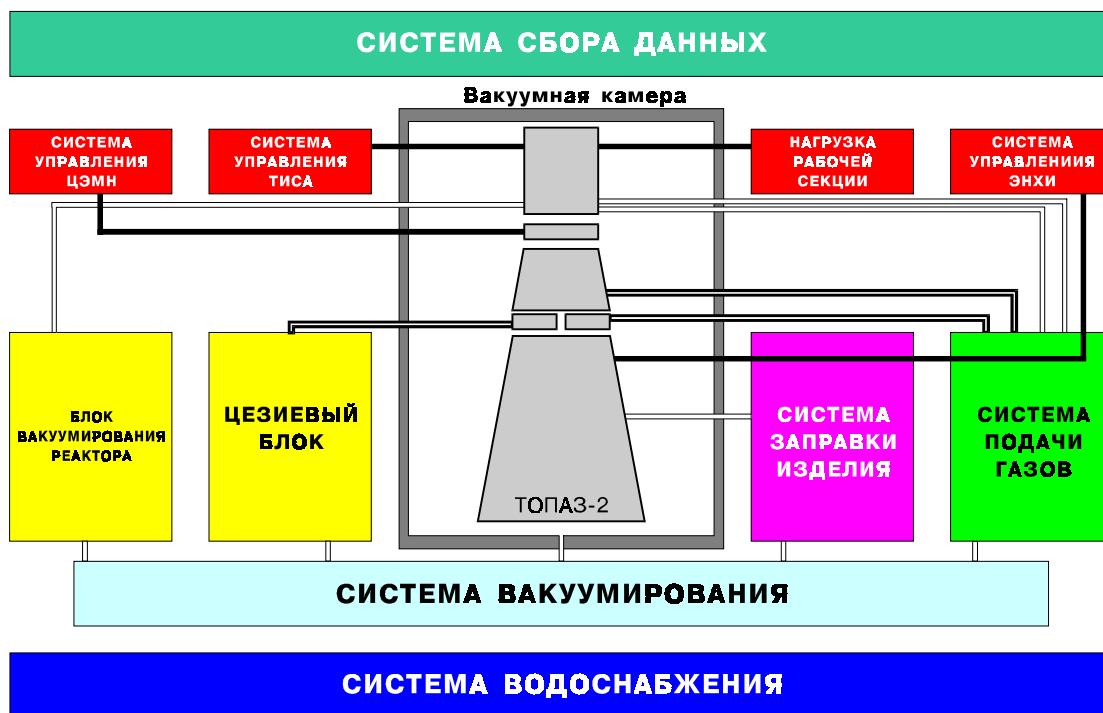
**Нагрузка рабочей секции** предназначена для сброса энергии, вырабатываемой установкой "ТОПАЗ-2" при функционировании. Обеспечивает регулирование и стабилизацию выходного напряжения установки "ТОПАЗ-2", а также контроль параметров рабочей секции.

**Система управления ЭНХИ** предназначена для управления и контроля параметров электронагревателя, используемого для разогрева радиатора - излучателя установки "ТОПАЗ-2" при обезгаживании и заполнении NaK.

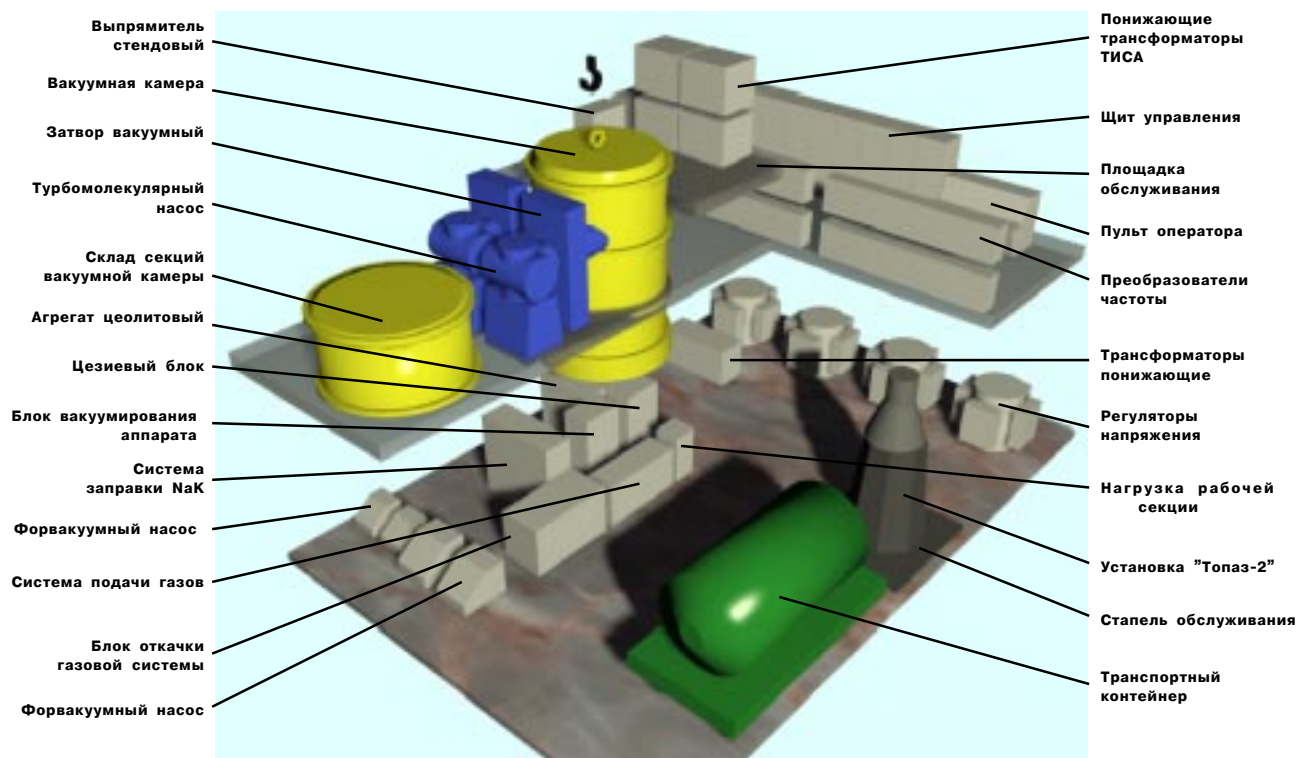
**Автоматизированная система сбора данных** предназначена для контроля параметров стенда "Байкал" и установки "ТОПАЗ-2" в процессе испытаний, обработки поступающей информации и представлении ее в виде, удобном для хранения и восприятия обслуживающим персоналом.

## Стенд "Байкал"

### СТРУКТУРНАЯ СХЕМА СТЕНДА



### РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ СТЕНДА



\*Расположение оборудования может быть изменено в зависимости от планировки конкретного здания

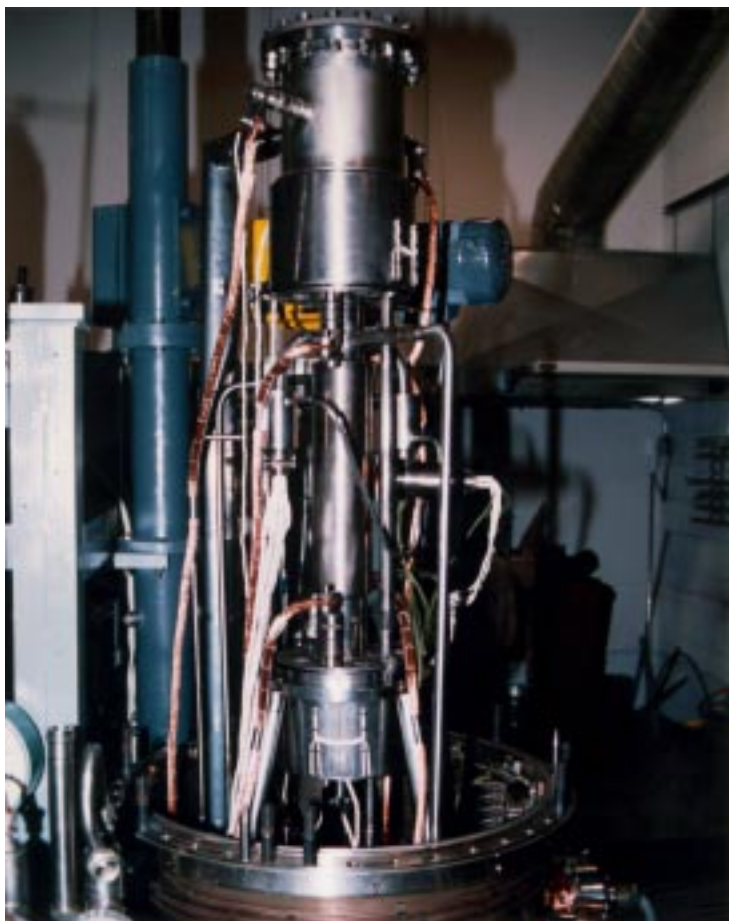
## Стенд "РИГ"

### Назначение:

- обезгаживания и проверки герметичности ЭГК;
- проверки выходных характеристик ЭГК с использованием для нагрева ЭГК специального электронагревателя - теплового имитатора ядерного топлива (ТИСА);
- проведения исследований и ресурсных испытаний ЭГК.

### Технические характеристики

Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	Около 30
Высота от пола до крюка крана, м	Около 6
Необходимая грузоподъемность крана, т	5
Диаметр вакуумной камеры, м	0,6
Высота вакуумной камеры, м	1,2
Давление остаточных газов в ВК, Па	$1 \cdot 10^{-3}$
Давление остаточных газов в ВЦС, Па	$1 \cdot 10^{-4}$
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /час	1,0
Мощность, потребляемая от сети 380 В 50 Гц, кВт	50
Расход жидкого азота, л/день	40





# ТЕХНОЛОГИИ ТОПАЗ

## Стенд "РИГ"

### СОСТАВ СТЕНДА

**Вакуумная камера (ВК)** предназначена для:

- размещения в ней рабочего участка с ЭГК и тепловым имитатором ТИСА;
- вывода коммуникаций и соединения их со стендовыми системами;
- поддержания заданного давления внутри ВК.

**Рабочий участок (РУ)** - тепловой канал, обеспечивающий отвод непреобразованного в ЭГК тепла и создание требуемых температурных и газовакуумных параметров при эксплуатации ЭГК.

**Система вакуумирования** предназначена для:

- создания в вакуумной камере давления, необходимого для проведения испытаний - до  $1 \cdot 10^{-5}$  мм рт. ст.;
- создания предварительного разрежения в высоко-вакуумных системах;
- удаления продуктов обезгаживания и откачки газов после контроля герметичности, заправки полостей и т. п.

**Вакуумно-цезиевая система (ВЦС)** предназначена для:

- создания в ВЦС и ЭГК необходимого давления - до  $1 \cdot 10^{-6}$  мм рт. ст.;
- удаления продуктов обезгаживания из указанных полостей;
- поддержания заданного давления пара цезия в межэлектродном зазоре (МЭЗ) ЭГК.

**Система нагрузки** обеспечивает регистрацию вольт-амперных характеристик и является электрической нагрузкой ЭГК.

**Система газоснабжения** предназначена для:

- создания в газовых полостях давления, необходимого для проведения испытаний - до  $1 \cdot 10^{-3}$  мм рт. ст.;
- приготовления необходимых смесей газов;
- заполнения газами или их смесями соответствующих полостей ЭГК и РУ.

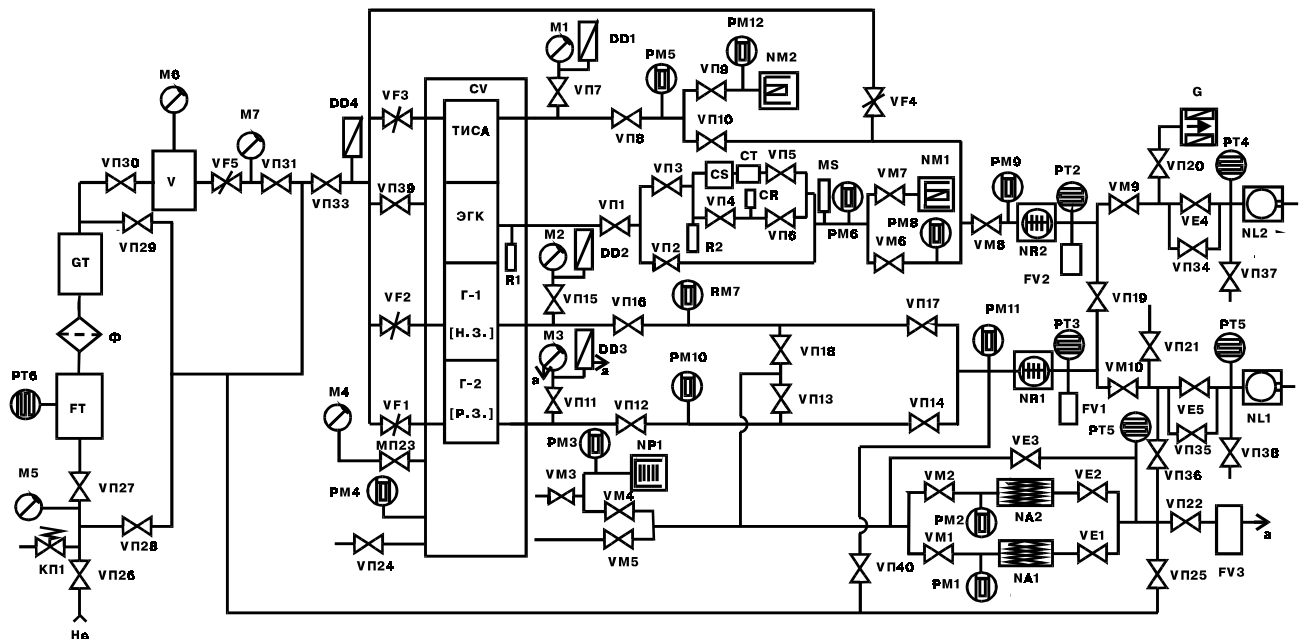
**Система питания ТИСА** предназначена для плавного регулирования напряжения ТИСА, а также обеспечивает контроль параметров и защиту ТИСА от перегрузки.

Автоматизированная система сбора данных предназначена для контроля параметров стенда РИГ и ЭГК в процессе испытаний, обработки поступающей информации и представлении ее в виде, удобном для хранения и восприятия обслуживающим персоналом.

**Система водоснабжения** предназначена для обеспечения заданного температурного режима оборудования стенда и ЭГК в процессе испытаний.

## Стенд "РИГ"

### ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА



### ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

- |                   |  |                  |  |
|-------------------|--|------------------|--|
| <b>NL1, NL2</b>   | - ротационные вакуумные насосы;  | <b>FV1...FV3</b> | - форвакуумные баллоны;                                      |
| <b>NR1, NR2</b>   | - турбомолекулярные вакуумные насосы;  | <b>CS</b>        | - цезиевый сепаратор (отбойник);                             |
| <b>NA1, NA2</b>   | - сорбционные вакуумные насосы;  | <b>CT</b>        | - ловушка цезия;   |
| <b>NM1, NM2</b>   | - магнитозарядные высоковакуумные насосы;  | <b>R1, R2</b>    | - цезиевые резервуары;                                       |
| <b>NP1</b>        | - комбинированный магнитозарядный, гетеро-ионный высоковакуумный насос НСВМГ агрегата АСВМГ; | <b>CR</b>        | - контейнер с ампулой цезия;                                 |
| <b>PT1...PT6</b>  | - манометрический преобразователь термоэлектрический;  | <b>КП1</b>       | - клапан предохранительный;                                  |
| <b>PM1...PM12</b> | - манометрический преобразователь магнитозарядный;   | <b>FT</b>        | - вымораживающая ловушка;                                    |
| <b>M1...M6</b>    | - мембранный манометр;   | <b>Ф</b>         | - фильтр;  |
| <b>ДД1...ДД4</b>  | - индуктивный датчик давления;   | <b>GT</b>        | - геттер титановый;  |
| <b>VF1...VF5</b>  | - вакуумные клапаны тонкой регулировки;  | <b>V</b>         | - объем для накопления чистого газа;                         |
| <b>VE1...VE5</b>  | - вакуумные клапаны с электромагнитным приводом;   | <b>CV</b>        | - вакуумная камера;  |
| <b>VM1...VM1</b>  | - вакуумные клапаны с электромеханическим приводом;  | <b>ТИСА</b>      | - камера рабочего участка для размещения ТИСА;               |
| <b>ВП1...ВП40</b> | - вакуумные клапаны с ручным приводом;   | <b>ЭГК</b>       | - полость межэлектродного зазора ТЭП;                        |
| <b>MS</b>         | - датчик масс-спектрометра;  | <b>Г-1</b>       | - полость рабочего участка с нерегулируемым давлением гелия; |
|                   |  | <b>Г-2</b>       | - полость рабочего участка с регулируемым давлением гелия;   |
|                   |  | <b>He</b>        | - штуцер для подсоединения источника гелия.                  |



# ТЕХНОЛОГИИ ТОПАЗ

## С т е н д Р Т - 1 2

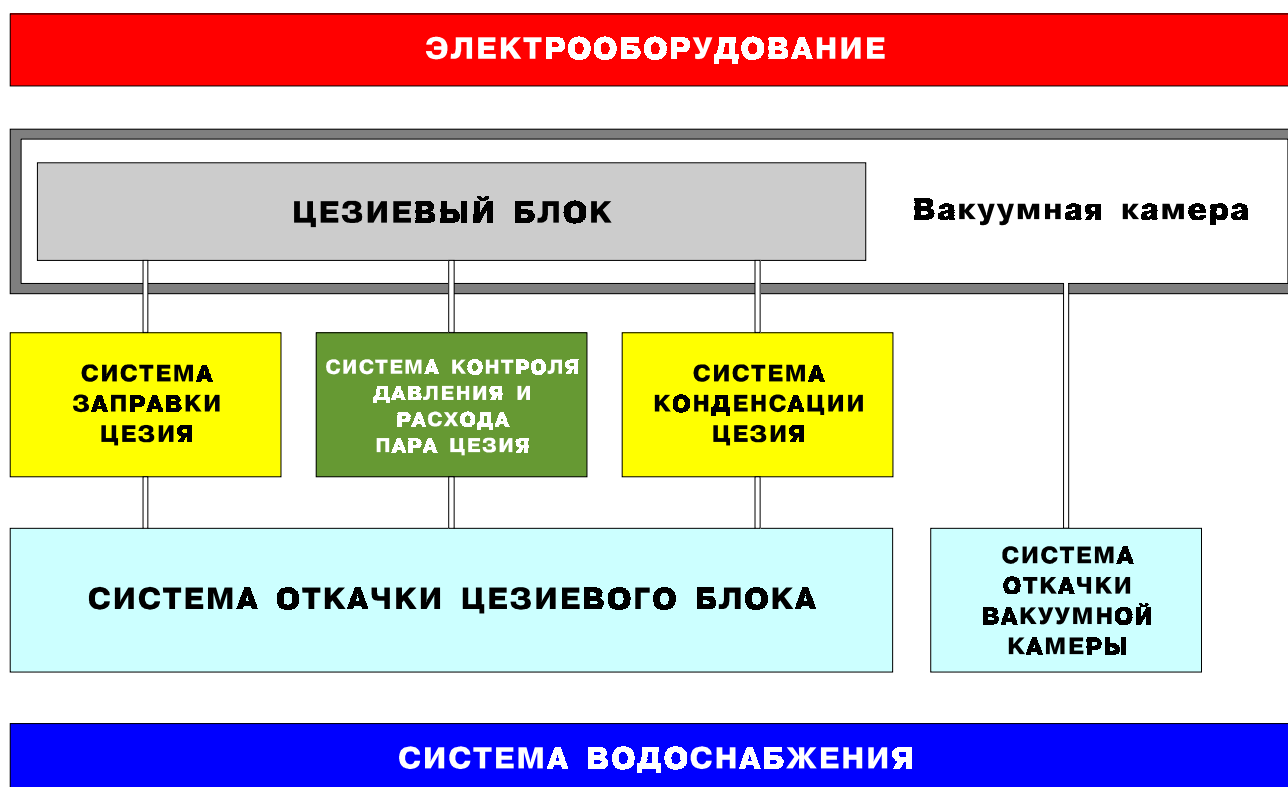
### ДЛЯ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ЗАПРАВКИ ЦЕЗИЕВОГО БЛОКА

**Стенд** предназначен для заполнения цезиевого блока, экспериментального определения его технических характеристик и проведения ресурсных испытаний.

#### Технические характеристики

Давление в вакуумной камере, мм рт. ст.	$1 \cdot 10^{-4}$
Давление в форвакуумной трассе, мм рт. ст.	$1 \cdot 10^{-2}$
Давление в высоковакуумных трассах, мм рт. ст.	$1 \cdot 10^{-6}$
Температура цезиевого блока, °С	От 400 до 500
Температура рабочих трасс, °С	От 350 до 550
Давление пара цезия, мм рт. ст.	От 0 до 5
Мощность, потребляемая от сети 380 В 50 Гц, кВт	4
Масса, кг	2000
Занимаемая площадь, м <sup>2</sup>	15

#### СТРУКТУРНАЯ СХЕМА





## С т е н д Р Т - 1 2

### ДЛЯ РЕСУРСНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ЗАПРАВКИ ЦЕЗИЕВОГО БЛОКА

**Вакуумная камера** предназначена для размещения в ней цезиевого блока и имитации условий окружающей среды при его эксплуатации.

**Система откачки цезиевого блока** предназначена для откачки и поддержания заданного давления во внутренних полостях цезиевого блока и связанных с ним трубопроводах. Включает в себя безмасляные средства откачки (турбомолекулярный и магниторазрядный насосы), трубопроводы и арматуру.

**Система откачки вакуумной камеры** предназначена для ее откачки до заданного давления. Включает в себя турбомолекулярный и форвакуумный насосы с азотными ловушками, трубопроводы и арматуру.

**Система заправки цезия** предназначена для очистки, контроля чистоты цезия и заполнения им цезиевого блока. Включает в себя резервуар с цезием, емкость для очистки от газообразных примесей и контроля количества заправляемого цезия, цезиевую ловушку, трубопроводы и высокотемпературную арматуру.

**Система контроля давления и расхода пара цезия** предназначена для регистрации указанных параметров и оценки работоспособности цезиевого блока. Включает в себя датчик давления пара цезия, имитатор реактора установки "Топаз-2", трубопроводы и высокотемпературную арматуру.

**Система конденсации пара цезия** предназначена для сбора пара цезия, генерируемого цезиевым блоком. Включает в себя резервуар для сбора цезия, цезиевую ловушку, трубопроводы и высокотемпературную арматуру.

**Система водоснабжения** предназначена для обеспечения заданного температурного режима оборудования стенда в процессе испытаний. Включает в себя трубопроводы и арматуру.

**Электрооборудование** предназначено для:

- нагрева и поддержания заданной температуры цезиевого блока и высокотемпературных трасс;
- контроля параметров стенда и цезиевого блока в процессе испытаний;
- управления технологическим оборудованием стенда.

Электрооборудование включает в себя щит управления, электронагреватели, датчики и вторичные приборы, кабельную сеть и пр.



## ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

### Хладагент C1 - заменитель фреона-12

1. Описание хладагента.

Рис. 1 Диаграмма давления-энтальпия для C1

Рис. 2 Давление на линии равновесия жидкость-пар

Таблица 1 Сравнение основных параметров хладагентов

2. Совместимость с материалами холодильных систем

3. Характеристики пожаробезопасности

4. Испытания хладагента

5. Производство хладагента

6. Предложения по сотрудничеству

Показатели экологической безопасности хладагента C1

Рис. 3 Влияние хладагента C1 на окружающую среду

### Новое в медицине

**Металлокерамическая вращающаяся анодная рентгеновская трубка**

**Искусственный корунд (лейкосапфир) и изделия из него**

*Адрес:* 123182, г.Москва,  
пл.Курчатова, д.1

*Телефон:* (095) 196-7993  
(095) 196-7553

*Факс:* (095) 196-8971

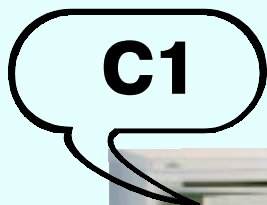
*E-Mail:* [inertek@dhtp.kiae.ru](mailto:inertek@dhtp.kiae.ru)  
[kiae@postman.ru](mailto:kiae@postman.ru)

*ftp:* [dserver.dhtp.kiae.ru](ftp:dserver.dhtp.kiae.ru)  
[avd.dhtp.kiae.ru](ftp:avd.dhtp.kiae.ru)

*Контакт:* Степеннов Борис  
Семёнович

**НОВИНКА**

**ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ  
ОЗОНОНЕРАЗРУШАЮЩИЙ  
ХЛАДАГЕНТ С1 - заменитель  
фреона R12**



- По своим показателям не уступает R12.
- Может применяться в холодильниках, спроектированных для работы на R12 без изменения их конструкции.
- Освоено опытное производство /ТУ-2412-040-00480689-94/.
- Защищен патентом РФ № 2088626 от 27.04.94г. и международным приоритетом в Patent Cooperation Treaty-PCT/RU94/00191 от 27.04.94г.
- На 43-й Международной выставке изобретений (43-nd World Exhibition of Invention, Research and Innovation) АО "ИНЕРТЕК" за хладагент С1 получил диплом и бронзовую медаль.



**Патентообладатель, производитель и поставщик:**

**АО "ИНЕРТЕК"**

Москва 123182 Пл. Курчатова д.1  
тел. (095)196-71-64  
факс. (095)196-89-71



# ХЛАДАГЕНТ С1 - ЗАМЕНИТЕЛЬ ФРЕОНА-12

## 1. Описание хладагента.

В соответствии с Монреальским (1987г.) Протоколом по веществам, разрушающим озоновый слой, и последующих совещаний Сторон Монреальского Протокола с 1996 года запрещено производство и использование в новых холодильных агрегатах фреона-12.

Большой проблемой становится перезаправка холодильных агрегатов после их ремонта, т.к. предлагаемые взамен фреона-12 озононеразрушающие хладагенты, такие, как фреон -134а и хладагенты на основе углеводородов (пропан + изобутан, чистый изобутан), требуют значительной модернизации холодильных агрегатов и, соответственно, больших материальных затрат.

В Исследовательском центре им. М.В.Келдыша по договору и при финансировании со стороны АО "ИНЕРТЕК" создан озононеразрушающий хладагент С1, который заменяет фреон-12 в холодильных агрегатах без переделки их конструкции и не требует замены масла в агрегате.

Хладагент С1 представляет собой двухкомпонентную азеотропную смесь озононеразрушающих веществ R-152а и R-600а. Может применяться в бытовых холодильниках, автомобильных и бытовых кондиционерах воздуха, в торговом холодильном оборудовании с герметичными холодильными системами и компрессорами.

По термодинамическим свойствам хладагент С1 близок к фреону-12:

- температура кипения при атмосферном давлении - 29.5 С;
- давление конденсации 1.44 МПа при температуре конденсации  $T_{\text{конд.}} = 55$  С;
- совместим с минеральным маслом для фреона -12 (ХФ12-16), конструкционными и электроизоляционными материалами холодильных агрегатов.

Хладагент С1 - химически инертный газ, не токсичен и озонобезопасен, обладает низким коэффициентом глобального потепления (GWP 0.015) и нулевым потенциалом разрушения озонового слоя (ODP).

Хладагент С1 получил гигиенический сертификат № 2685 от 02.12.94г. на соответствие нормам санитарного законодательства России и допущен к производству и применению в холодильной технике.

Хладагент С1 защищен Российским патентом № 2088626 от 27.04.94г. и международным приоритетом в Patent Cooperation Treaty-PCT/RU94/00191 от 27.04.94г. Патентообладателем С1 является АО "ИНЕРТЕК".

На 43-й Международной выставке изобретений (43-nd World Exhibition of Invention, Research and Innovation) АО "ИНЕРТЕК" за хладагент С1 получил диплом и бронзовую медаль.

Термодинамические и физические свойства С1 представлены на рис. 1,2 и в Приложении № 3.

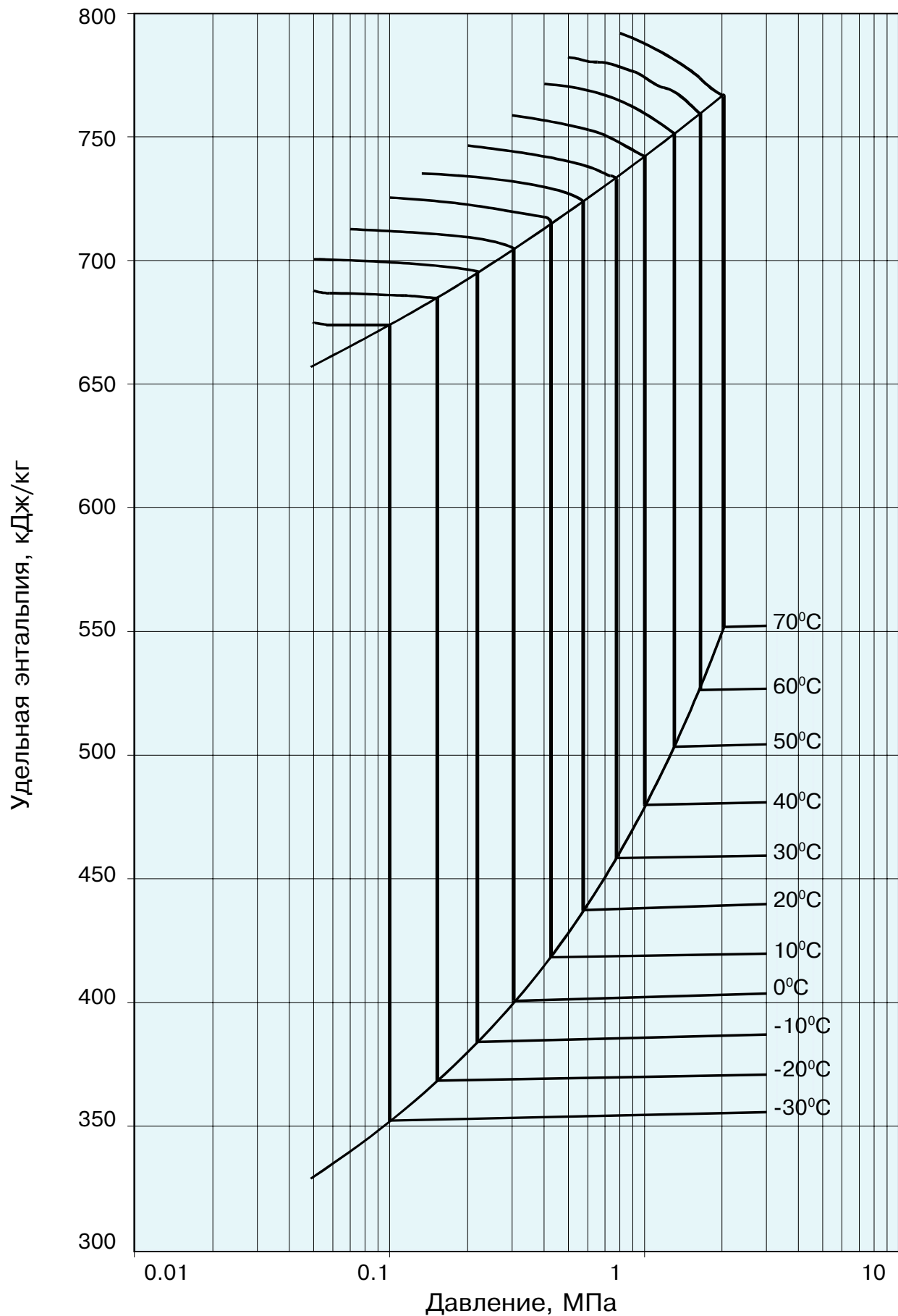
Показатели экологической безопасности хладагента С1 по сравнению с другими хладагентами представлены в Приложении № 2.

В Приложении № 4 представлены результаты исследования фазовых равновесий и объемных соотношений в системе фреон 152а - изобутан, а в Приложении № 5 представлены результаты исследований взаимной растворимости хладагента С1 и минерального масла.

Сравнение основных параметров хладагентов С1, R12 и R134а приведено в таблице 1.



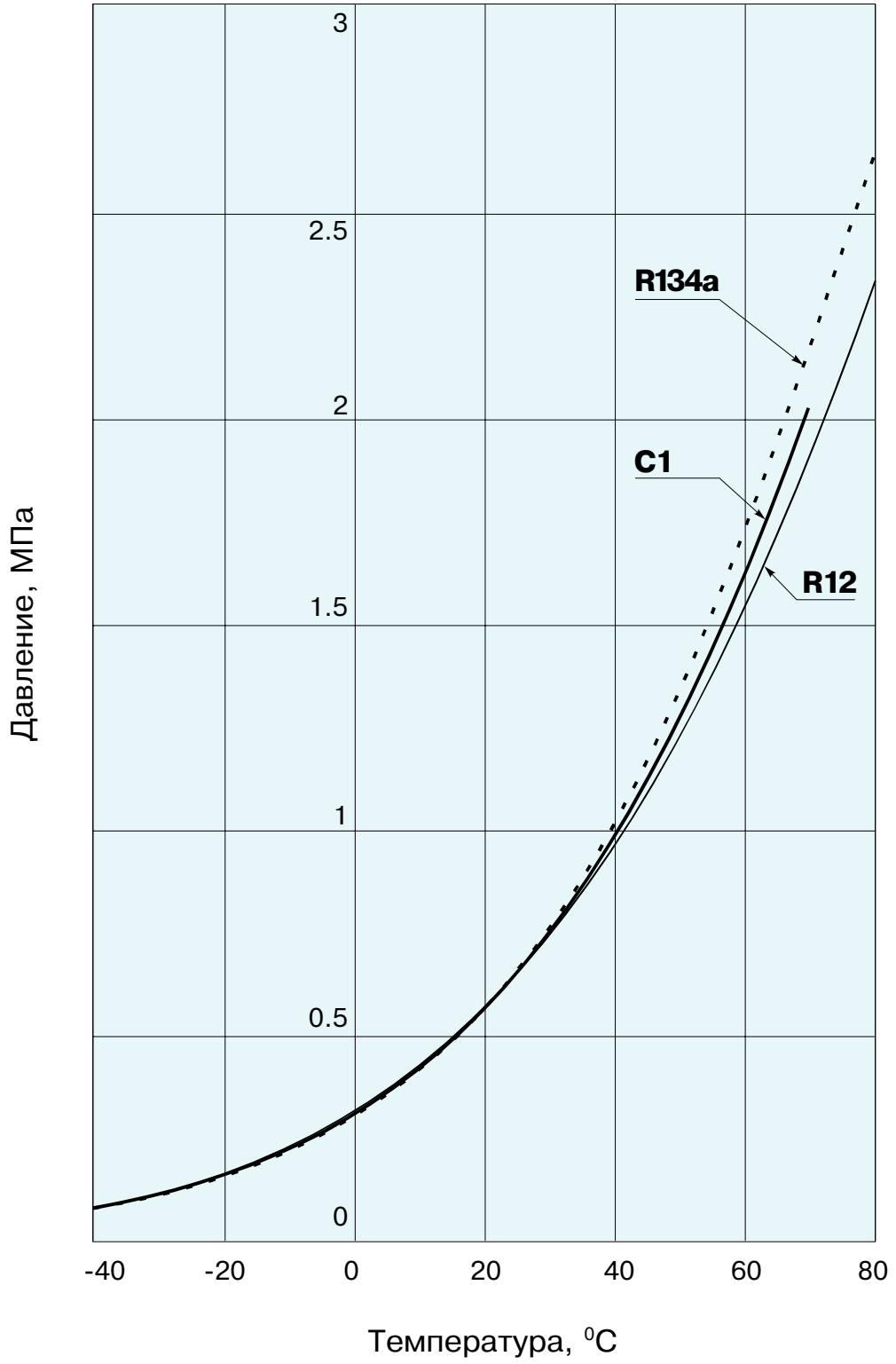
# ХЛАДАГЕНТ C1 - ЗАМЕНИТЕЛЬ ФРЕОНА-12



**Рис. 1** Диаграмма давления-энтальпия для C1



# ХЛАДАГЕНТ C1 - ЗАМЕНИТЕЛЬ ФРЕОНА-12



**Рис. 2 Давление на линии равновесия жидкость-пар**



# ХЛАДАГЕНТ C1 - ЗАМЕНИТЕЛЬ ФРЕОНА-12

## Таблица 1

### Сравнение основных параметров хладагентов C1, R12 и R134a

	<b>C1</b>	<b>R12</b>	<b>R134a</b>
Совместимость с минеральными маслами	Да	Да	Нет
Холодопроизводительность, %*	100	96	89
Холодильный коэффициент, %*	100	101	95
Потребление энергии, %*	100	101	108

---

\* Все значения выражены в относительных единицах, где за 100% взят хладагент C1. Результаты получены для компрессора на основе R12 с температурой кипения - 25°C.



# ХЛАДАГЕНТ C1 - ЗАМЕНИТЕЛЬ ФРЕОНА-12

## 2. Совместимость с материалами холодильных систем

Проведенные исследования на определение эксплуатационных характеристик хладагента C1 с минеральным маслом показали высокую коррозионную и химическую стойкость металлических и электроизоляционных материалов. (Приложение 1).

## 3. Характеристики пожаробезопасности

Хладагент C1 является горючим веществом:

Нижний концентрационный предел распространения пламени (НКП РП) в смеси с воздухом составляет 3.15 % по объему.

Однако, проведенные оценки показывают, что в объемах помещений, где могут быть установлены бытовые холодильные приборы, даже при полной утечке хладагента из системы пожароопасной концентрации не возникает.

Объем помещения м <sup>3</sup>	Вес C1, при котором достигается пожарная концентрация в помещении, кг	Допустимый максимальный заряд C1 в холодильном оборудовании (при 10-кратном запасе по пожарной концентрации), кг
8	0.714	0.070
27	2.4	0.240
64	5.7	0.570
125	11.2	1.100

Тем не менее, для помещений, в которых будет устанавливаться холодильное оборудование с достаточно большим зарядом хладагента C1 (от 500 г и более), например, кондиционеры или торговые холодильники, необходимо предусмотреть дополнительные меры безопасности, например, установить проточно-вытяжную вентиляцию, датчики утечки хладагента, газовые анализаторы допожарных концентраций и т.п.

В России институт противопожарной безопасности дал положительное заключение о возможностях использования хладагента C1 в бытовых холодильниках.

## 4. Испытания хладагента

Хладагент прошел многочисленные испытания в научных центрах России, на крупных Российских заводах холодильников в Красноярске, Муроме, Юрюзань, Зеленодольске, Саратове, Орске, а также в США, Корею, Китае, Сингапуре, Польше. Все испытания подтвердили высокие энергетические и технологические свойства C1.



## ХЛАДАГЕНТ С1 - ЗАМЕНИТЕЛЬ ФРЕОНА-12

### 5. Производство хладагента.

На хладагент С1 разработаны и выпущены технические условия (ТУ № 2412-040-00480689-94), гарантирующие качество выпускаемого продукта. Создан опытный участок по производству С1 производительностью от 30 до 100 тонн в год. Разработан проект более крупного промышленного производства С1 с объемом до 300 т/год. Отгрузка хладагента по договоренности с заказчиком может производиться в баллонах различного объема от 3 до 25 000 литров.

Стоимость С1 на этапе опытного производства - до 15 \$/кг (с НДС).

### 6. Предложения по сотрудничеству.

Возможны следующие варианты сотрудничества:

- Поставка готового продукта;
- Продажа лицензии на производство хладагента и техническую документацию;
- Продажа лицензии на оборудование и техническую документацию для производственного участка по изготовлению С1;
- Изготовление и поставка оборудования для производственного участка по изготовлению С1.

По всем вопросам сотрудничества по использованию и по производству С1 обращаться по адресу:

**Москва, 123182, площадь академика Курчатова, д.1 АО "ИНЕРТЕК".**

**Контактные телефоны: (095) 196-71-64,**

**(095) 196-17-08,**

**факс: (095) 196-89-71**

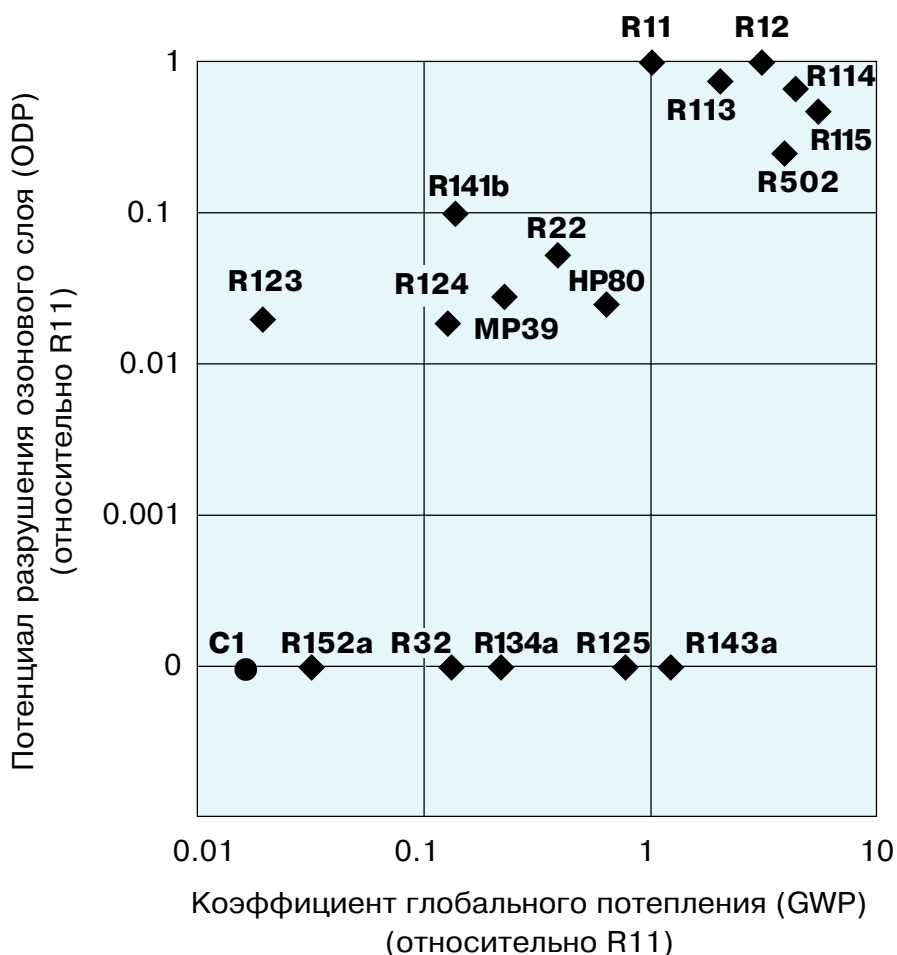
**E-mail: [vau@atis.kiae.su](mailto:vau@atis.kiae.su)**



## ХЛАДАГЕНТ C1 - ЗАМЕНИТЕЛЬ ФРЕОНА-12

### Показатели экологической безопасности хладагента C1 по сравнению с другими хладагентами

Хладагент C1 - химически инертный, безцветный газ, не токсичен и озонобезопасен. Обладает низким коэффициентом глобального потепления (GWP 0,015) и нулевым потенциалом разрушения озонового слоя (ODP=0). Влияние хладагента C1 на окружающую среду по сравнению с другими хладагентами представлено на рис.3



**Рис. 3 Влияние хладагента C1 на окружающую среду в сравнении с другими хладагентами**

## Новое в медицине

### Прибор Мираж-МБ40 (микрораспылитель жидкостной) Набор лекарствосодержащих полимерных покрытий



#### Назначение:

- оказание первой помощи при ожогах;
- очищение ран от микрофлоры;
- защита ран от инфицирования;
- дозированное введение в рану лекарственных средств;
- стимуляция заживления ран.



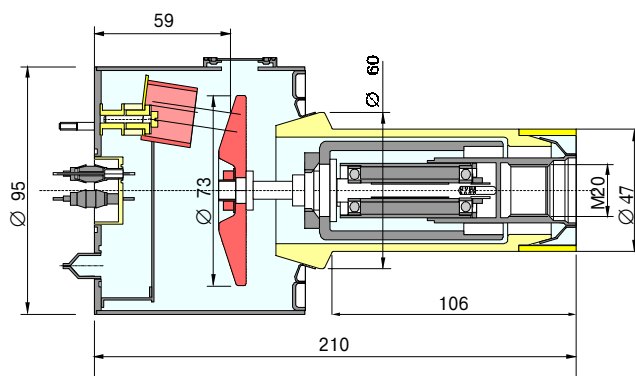
#### Преимущества:

- создает на ране структуру, проницаемую для воздуха, но непроницаемую для микроорганизмов и вредной пыли;
- дает возможность восстановления кожных покровов.

#### Применение:

медицина, ветеринария, косметология, сельское хозяйство, пищевая промышленность.

## Металлокерамическая вращающаяся анодная рентгеновская трубка



### Назначение

- медицина - компьютерная томография и маммография

### Преимущества перед аналогами

- чистота рентгеновского спектра
- значительно меньшее влияние афокального рентгеновского излучения

Высокие энергетические и рабочие характеристики достигаются за счет использования металлокерамики и уникальных монокристаллических материалов, ранее применяемых в ядерной космической энергетике.

### Характеристики

Номинальное напряжение, кВ	150
Размер фокального пятна, мм	0.6
Диаметр анода, мм	Не менее 150
Материал анода	W-Re-C, W-Re-Mo
Емкость теплового аккумулятора анода, кДж	Не менее 1300
Скорость вращения анода, об/мин	Не менее 9000

## Искусственный корунд (лейкосапфир) и изделия из него

### Потребительские свойства:

- совершенство структуры и стабильность свойств;
- высокие значения механической прочности, твердости и износостойкости;
- высокая тепловая и радиационная стойкость, диэлектрические характеристики, инертность в агрессивных средах;
- высокая температура плавления (2327 К) и рабочая температура, вакуумная плотность;
- оптическая прозрачность в широком диапазоне длин волн;
- биологическая совместимость.

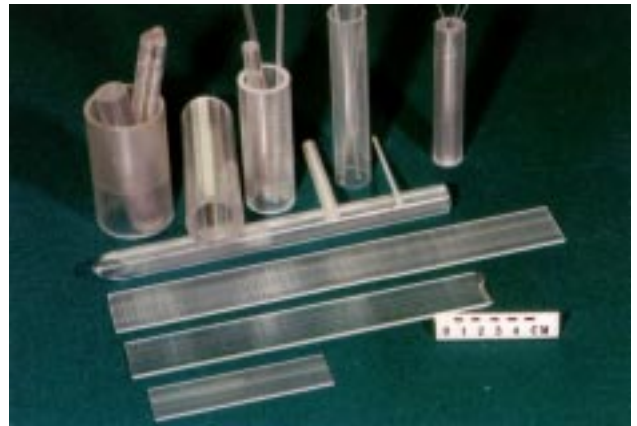
### Шлифованные и полированные изделия



### Ассортимент и геометрия изделий:

- профилированные кристаллы с необработанной поверхностью длиной до 600 мм
  - трубы с наружным диаметром 5-40 мм, толщиной стенки 1-10 мм и минимальным внутренним диаметром 1 мм;
  - стержни диаметром 1-10 мм;
  - пластины шириной до 40 мм и толщиной 1-15 мм;
- изделия, полученные алмазно-механической обработкой и полировкой
  - трубы, стержни, пластины;
  - точность обработки 0.05 мм;
  - чистота обработки поверхности Rz = 0.63 - 0.05 мкм;
- возможно изготовление изделий с формой и размерами, отличными от указанных.

### Профилированные кристаллы

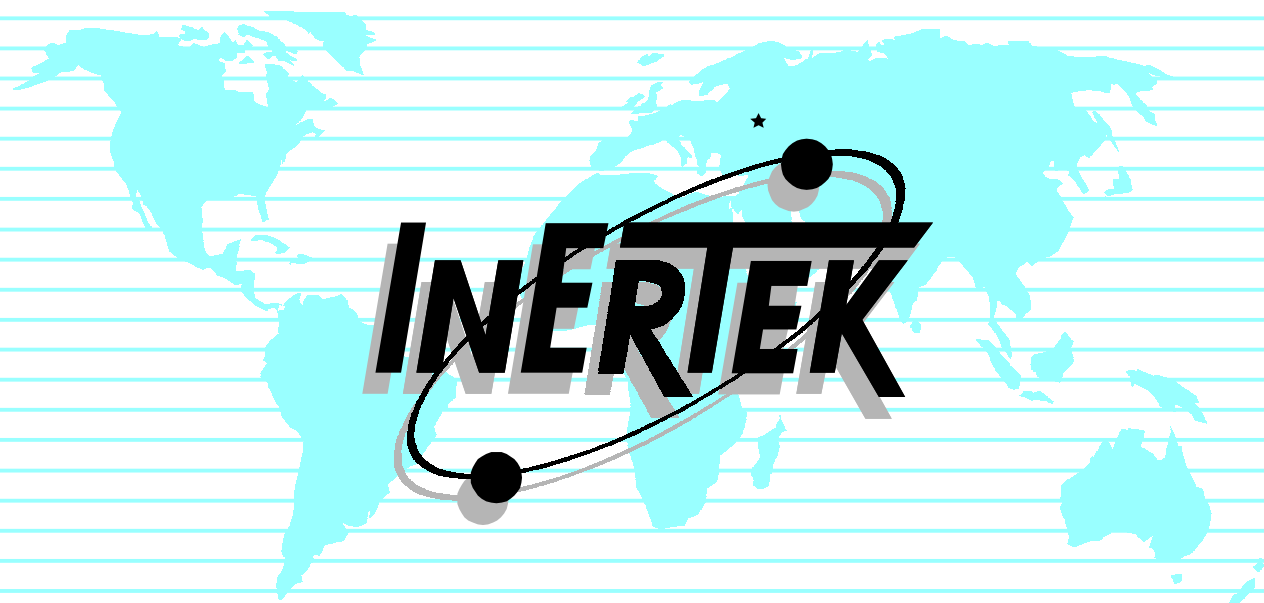


### Основные области применения:

- часовая промышленность (стекла, камни);
- оптика, светотехника (линзы, окна, световоды);
- точное машиностроение (опоры, подшипники скольжения, износостойкие наконечники мерительного инструмента);
- электрическая и вакуумная техника (изоляторы, гермоводы);
- медицина (наконечники для лазерных установок, имплантаты);
- микроэлектроника (подложки для структур "Кремний на сапфире");
- химическая промышленность (распылительные сопла, фильеры).

### Металло-керамические узлы с изоляторами из лейкосапфира





**“Интернациональные  
энергетические  
технологии”**