

### Заклучение

Исследования спектров оптического поглощения эпитаксиальных пленок  $Pb_{1-x}Mn_xSe<Ga>$  различных толщин ( $d = 1—5$  мкм) показали, что величина коэффициента поглощения почти не зависит от  $d$ , что, по-видимому обусловлено высоким структурным совершенством и зеркально-гладкой поверхностью полученных пленок.

Установлено, что значения ширины запрещенной зоны  $E_g$  исследуемых образцов различного химического состава, определенные из спектральной зависимости коэффициента поглощения ( $E_g = 0,24—0,28$  эВ) находятся в удовлетворительном согласии с соответствующими данными, вычисленными из спектральных характеристик фотопроводимости этих твердых растворов [7].

### Литература

1. Засавицкий И. И., Ковальчик Л., Мацонашвили Б. Н., Сазонов А. В. Фотолуминесценция полумагнитных полупроводников типа  $A^{IV}B^{VI}$ //ФТП. 1988. Т. 22. В. 12. С. 2118—2123.

2. Нуриев И. Р., Фарзалиев С. С., Джалилова Х. Д., Садыгов Р. М. Особенности роста и фотопроводимость эпитаксиальных пленок твердых растворов  $Pb_{1-x}Mn_xTe(Ga)$ //Прикладная физика. 2004. № 4. С. 89—92.

3. Nuriyev I. R., Farzaliyev S. S., Faradjev N. V., Sadigov R. M. Photoelectrical and optical properties of  $Pb_{1-x}Mn_xTe(Ga)$  epitaxial films//Proceedings of SPIE. 2004. V. 5834. P. 246—249.

4. Нуриев И. Р., Фарзалиев С. С., Садыгов Р. М. Рост эпитаксиальных пленок  $Pb_{1-x}Mn_xTe(Ga)$  на монокристаллах  $PbTe_{1-x}Se_x$ //Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. — М., 2004. № 2. С. 110—112.

5. Нуриев И. Р., Садыгов Р. М., Машигин А. А. Фоточувствительные  $p-n$ -переходы в эпитаксиальных пленках  $Pb_{1-x}Mn_xTe$ //Известия НАН Азербайджана. 2005. Т. XXV. № 2. С. 106—109.

6. Нуриев И. Р., Садыгов Р. М., Фарзалиев С. С., Гаджиев М. Б. Эпитаксиальные пленки  $Pb_{1-x}Mn_xTe(Se)$   $p$ -,  $n$ -типа проводимости, полученные в едином технологическом цикле// Физика. 2006. Т. XII. № 1—2. С. 52, 53.

7. Нуриев И. Р., Гаджиев М. Б., Садыгов Р. М. Структура и фотоэлектрические свойства эпитаксиальных пленок  $Pb_{1-x}Mn_xSe$ //Прикладная физика. 2007. № 2. С. 132—134.

8. Нуриев И. Р., Гаджиев М. Б., Садыгов Р. М. Эпитаксиальные пленки  $Pb_{1-x}Mn_xSe$  и фоточувствительные  $p-n$ -гомопереходы на их основе//Физика. 2007. Т. XIII. № 4. С. 121—123.

Статья поступила в редакцию 9 октября 2008 г.

## Structure and optical properties of $Pb_{1-x}Mn_xSe<Ga>$ epitaxial films

I. R. Nuriyev, E. Yu. Salayev, M. B. Gadzhiyev, Kh. D. Jalilova, R. M. Sadigov,  
A. M. Nazarov, B. Sh. Barkhalov

Institute of Physics of Azerbaijan National Academy of Sciences,  
Baku, Azerbaijan

*The structure and optical properties of  $Pb_{1-x}Mn_xSe<Ga>$  ( $x = 0.02—0.04$ ) epitaxial films grown on  $BaF_2$  (111) substrates in vacuum  $10^{-4}$  Pa by the method of molecular beam condensation have been investigated. Optimum conditions of reception for structurally perfect ( $W_{1/2}=80—100$  °) epitaxial films of different chemical composition alloyed with gallium ( $\leq 0.8$  at.%) have been determined. It is shown that the edge of spectral dependence of the optical absorption factor for investigated films is varied by change of  $x$  and is shifted to short wavelengths which is explained by increase of band-gap width of  $Pb_{1-x}Mn_xSe$  solid solutions with increase in the manganese content.*

PACS: 85.60.-q; 68.37.-d

УДК 621.59

## Оптимизация криогенного излучающего холодильника

А. И. Абросимов, А. А. Верлан, Г. М. Полищук, К. М. Пичхадзе, В. К. Сысоев  
ФГУП «НПО им. С. А. Лавочкина», г. Химки, Россия

*Приведена нагрузочная характеристика, полученная в результате полета криогенного излучающего холодильника в составе спутника "Электра-1". Проведено физическое и математическое моделирование распределения температур в холодильнике. Найдено оптимальное соотношение размеров радиаторов, при которых достигается наибольшая холодопроизводительность.*

PACS: 07.20.Mc; 07.57.Kp

## Введение

Дистанционное зондирование с помощью космических средств весьма эффективно в инфракрасном (ИК) диапазоне. Однако фотоприемные системы в этом диапазоне требуют охлаждения до криогенных температур [1]. Среди средств получения криогенных температур на борту космических аппаратов наиболее оптимальным является криогенный излучающий холодильник (КИХ), представленный на рис. 1. Главное достоинство данной криогенной системы — отсутствие движущихся частей конструкции, которые могли бы приводить к дестабилизации изображения и снижению срока службы.

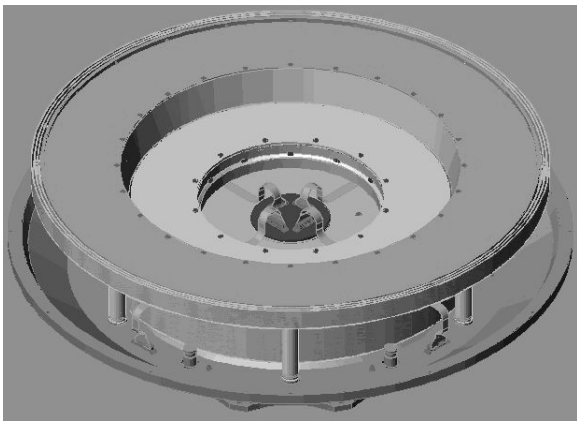


Рис. 1. Общий вид криогенного излучающего холодильника

Первый успешный полет отечественного КИХ был осуществлен на геостационарном метеорологическом спутнике "Электра-1". КИХ входил в состав бортового телевизионного комплекса и использовался для охлаждения ИК-приемника излучения с чувствительными элементами на основе тройной смеси Cd—Pb—Te [2]. В этом полете минимальная температура приемника излучения составляла 73 К при мощности 2 мВт, нагрузочная характеристика данного холодильника представлена на рис. 2.

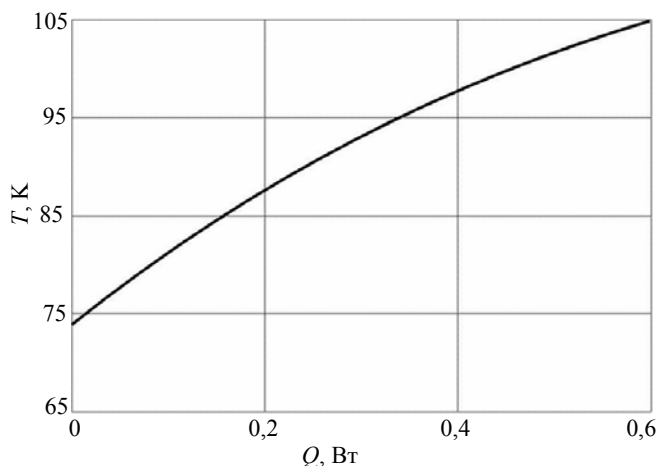


Рис. 2. Нагрузочная характеристика криогенного излучающего холодильника

## Оптимизация размеров радиаторов

Возрастающие требования по холодопроизводительности, обусловленные разработкой многопиксельных матриц, ставят задачу по оптимизации конструкции подобных холодильников, в частности, поиск оптимального соотношения размеров радиаторов 1-й и 2-й ступеней.

В данном сообщении изложены результаты поиска размеров радиаторов, обеспечивающих получение минимальной температуры посадочного места детекторов и ее зависимость от соотношения размеров радиаторов. Данная задача решалась путем численного моделирования теплопереноса подобного рода устройства.

Теплофизическая схема двухступенчатого излучающего холодильника представлена на рис. 3. Тепло идет от основания, температура которого принимается равной 300 К, и сбрасывается в Космос, температура которого принята равной 10 К.

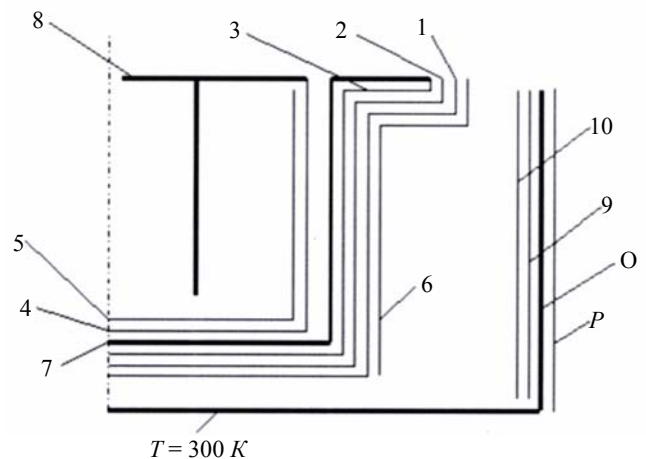


Рис. 3. Теплофизическая схема КИХ:

$P$  — поверхность ЭВТИ-обечайки;  $O$  — обечайка, 1—6 и 9—10 — экраны; 7 — 1-я ступень; 8 — 2-я ступень

Нагрузкой на вторую ступень являются тепло, выделяемое детектором, а также натечки тепла по сигнальному кабелю (60 мВт), кабелям температурного контроля и питания нагревателей очистки и термостатирования детекторов. В расчетах принималось, что Солнце находится в полупространстве со стороны информационного потока излучения.

Требуется рассчитать температуры, которые имеют элементы конструкции в квазистационарном состоянии, причем особый интерес представляет температура радиатора 2-й ступени. Кроме того, необходимо рассчитать тепловые потоки между экранами, проходящие по вставкам, и излучением, а также тепловой поток, сбрасываемый радиатором 1-й ступени в Космос. В расчетах должен учитываться теплообмен как радиационный, так и кондуктивный: по стойкам (между кор-

пусом и 1-й ступенью), вставкам (соединяющим экраны с несущими их элементами конструкции и между собой), нитям подвески (между 1-й и 2-й ступенями) и проводам нагревателей и датчиков.

Одна из поставленных задач — создание программного обеспечения, позволяющего проводить эти расчеты и выводить результаты в виде таблиц и нагрузочной кривой на экран и принтер.

### Физическая модель КИХ

Физическое моделирование реальной конструкции КИХ проводится в два этапа: сначала она заменяется условной, затем относительно физических свойств элементов условной конструкции принимаются некоторые допущения, которые позволяют затем построить ее математическую модель и провести расчеты. Схема условной конструкции КИХ представлена на рис. 3. При построении его физической модели были сделаны следующие допущения:

температуры каждого экрана, а также 1-й и 2-й ступеней считаем постоянными по всей поверхности детали;

поскольку экраны имеют малые толщину и теплопроводность, то считаем, что тепло через систему экранов передается в основном излучением и можно пренебречь временем передачи тепла;

стойки, нити, вставки и провода передают тепло только за счет теплопроводности, коэффициенты которой считались постоянными и равными средней теплопроводности материала в исследуемом диапазоне температур (70—300 К);

все излучающие поверхности считались серыми (свойства излучения не зависят от длины волны). Интенсивность их излучения подчиняется закону косинуса Ламберта (излучение изотропно):  $i_{\beta} = i_n \cos \beta$ . Зависимость оптических характеристик от температуры не рассматривалась;

при расчете кондуктивного теплообмена тепловые контакты считались идеальными;

толщиной мата экрана вакуумной теплоизоляции (ЭВТИ) при вычислении площадей пренебрегали;

при расчете радиационного теплообмена между элементами условной конструкции пренебрегали "концевыми эффектами", т. е. для расчета теплообмена между плоскими участками использовали формулу приведенной степени черноты, справедливую для бесконечных параллельных плоскостей, а для расчета теплообмена между цилиндрическими участками — формулу, справедливую для концентрических цилиндров. При этом учитывали, что упомянутые участки элементов конструкции параллельны и близко расположены между собой;

принимали, что обечайка не имеет теплового контакта с основанием.

### Математическая модель КИХ

С учетом допущений для расчета температур экранов записываются алгебраические уравнения теплового баланса, для 1-й и 2-й ступеней имеем задачу Коши (это сделано из соображений удобства последующих расчетов и для применения программы при необходимости и минимальных изменениях для расчета нестационарных режимов работы КИХ). Обозначим температуры экранов, а также 1-й и 2-й ступеней путем прибавления буквы Т к обозначению детали, показанному на рис. 3 (например, Т1 — температура элемента 1, ТS — температура Космоса). Поскольку программа позволяет проводить расчеты для разных вариантов конструкции, фактически решаются разные системы уравнений. Рассмотрим наиболее полный вариант, когда учитывается влияние Солнца на обечайку при наличии дополнительных экранов 9 и 10. Тогда математическая модель КИХ представляет собой следующую систему уравнений:

• для температуры поверхности мата ЭВТИ  $TP$ :

$$QPS(TS^4 - TP^4) + QP0(T0 - TP) + Q_{Sun} = 0;$$

• для обечайки:

$$Q09Q(T9^4 - T0^4) + Q09(T9 - T0) + QP0(TP - T0) + Q_{drive} = 0;$$

• для экрана 9:

$$Q09Q(T0^4 - T9^4) + Q09(T0 - T9) + Q910Q(T10^4 - T9^4) + Q910(T10 - T9) = 0;$$

• для экрана 10:

$$Q910Q(T9^4 - T10^4) + Q910(T9 - T10) + Q106Q(T6^4 - T10^4) = 0;$$

• для экрана 6:

$$Q106Q(T10^4 - T6^4) + Q61Q(T1^4 - T6^4) + Q61(T1 - T6) + Q06Q(300^4 - T6^4) = 0;$$

• для экрана 1:

$$Q01Q(300^4 - T1^4) + Q61Q(T6^4 - T1^4) + Q61(T6 - T1) + Q12Q(T2^4 - T1^4) + Q12(T2 - T1) = 0;$$

• для экрана 2:

$$Q12Q(T1^4 - T2^4) + Q12(T1 - T2) + Q23Q(T3^4 - T2^4) + Q23(T3 - T2) = 0;$$

• для экрана 3:

$$Q23Q(T2^4 - T3^4) + Q23(T2 - T3) + Q3KQ(T7^4 - T3^4) + Q3K(T7 - T3) = 0;$$

- для 1-й ступени:

$$c(\mathbf{T7})m1 \frac{\partial T7}{\partial t} = Q3KQ(\mathbf{T3}^4 - \mathbf{T7}^4) + Q3K(\mathbf{T3} - \mathbf{T7}) + \\ + Q07(\mathbf{300} - \mathbf{T7}) + QK4Q(\mathbf{T4}^4 - \mathbf{T7}^4) + QK4(\mathbf{T4} - \mathbf{T7}) + \\ + QKS(\mathbf{TS}^4 - \mathbf{T7}^4) + QN(\mathbf{T8} - \mathbf{T7}), T7(0) = 300;$$

- для экрана 4:

$$QK4(\mathbf{T7} - \mathbf{T4}) + QK4Q(\mathbf{T7}^4 - \mathbf{T4}^4) + Q45(\mathbf{T5} - \mathbf{T4}) + \\ + Q45Q(\mathbf{T5}^4 - \mathbf{T4}^4) = 0;$$

- для экрана 5:

$$Q45(\mathbf{T4} - \mathbf{T5}) + Q45Q(\mathbf{T4}^4 - \mathbf{T5}^4) + Q58Q(\mathbf{T8}^4 - \mathbf{T5}^4) = 0;$$

- для 2-й ступени:

$$c(\mathbf{T8})m2 \frac{\partial T8}{\partial t} = Q58Q(\mathbf{T5}^4 - \mathbf{T8}^4) + QN(\mathbf{T7} - \mathbf{T8}) + \\ + Q08(\mathbf{300} - \mathbf{T8}) + Q8S(\mathbf{TS}^4 - \mathbf{T8}^4) + Q_{detector} + Q_{cable}, \\ \mathbf{T8}(0) = 300.$$

Коэффициенты уравнений вычисляются по нижеприведенным формулам:

$$QPS = 2\pi r_0 l_{rack} \varepsilon_{insul} \sigma;$$

$$QP0 = \frac{2\pi r_0 l_{rack}}{q};$$

$$Q_{Sum} = 2r_0 l_{rack} A \alpha_s;$$

$$Q09Q = \frac{2\pi r_9 l_{rack} - f_{inse} nv09}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_9}{r_0} \left(\frac{1}{\varepsilon_0} - 1\right)};$$

$$Q09 = \frac{f_{inse} nv09 \lambda_{inse}}{\delta_{inse}};$$

$$Q910Q = \frac{2\pi r_{10} l_{rack} - f_{inse} nv910}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_{10}}{r_9 - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\varepsilon_{scr}} - 1\right)};$$

$$Q910 = \frac{f_{inse} nv910 \lambda_{inse}}{\delta_{inse}};$$

$$Q106Q = \left[ \frac{2\pi r_{62} h_{62}}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_{62}}{r_{10} - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\varepsilon_{scr}} - 1\right)} + \frac{2\pi r_{61} h_{61}}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_{61}}{r_{10} - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\varepsilon_{scr}} - 1\right)} \right] \sigma;$$

$$Q61Q = \left[ \frac{2\pi r_{11} h_{11} - f_{inse} nv612}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_{11}}{r_{61} - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\varepsilon_{scr}} - 1\right)} + \right.$$

$$\left. + \frac{2\pi r_{12} h_{12}}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_{12}}{r_{62} - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\varepsilon_{scr}} - 1\right)} + \frac{\pi(r_{12}^2 - (r_{61} - \delta_{scr})^2) - f_{inse} nv611 - f_{rack} n_{rack}}{\frac{2}{\varepsilon_{scr}} - 1} \right] \sigma;$$

$$Q61 = \frac{f_{inse} (nv611 + nv612) \lambda_{inse}}{\delta_{inse}};$$

$$Q06Q = \frac{\pi(r_{62}^2 - (r_{61} - \delta_{scr})^2)}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{1}{\varepsilon_0} - 1} \sigma;$$

$$Q01Q = \frac{\pi(r_{61} - \delta_{scr})^2}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{1}{\varepsilon_0} - 1} \sigma;$$

$$Q12Q = \left[ \frac{\pi r_{22}^2 - f_{inse} nv121 - f_{rack} n_{rack}}{\frac{2}{\varepsilon_{scr}} - 1} + \right.$$

$$\left. + \frac{2\pi r_{21} h_{21} - f_{inse} nv122}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_{21}}{r_{11} - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\varepsilon_{scr}} - 1\right)} + \frac{2\pi r_{22} h_{22}}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_{22}}{r_{12} - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\varepsilon_{scr}} - 1\right)} \right] \sigma;$$

$$Q12 = \frac{f_{inse} (nv121 + nv122) \lambda_{inse}}{\delta_{inse}};$$

$$Q23Q = \left[ \frac{\pi r_{32}^2 - f_{inse} nv231 - f_{rack} n_{rack}}{\frac{2}{\varepsilon_{scr}} - 1} + \right.$$

$$\left. + \frac{2\pi r_{31} h_{31} - f_{inse} nv232}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_{31}}{r_{21} - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\varepsilon_{scr}} - 1\right)} + \frac{2\pi r_{32} h_{32}}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_{32}}{r_{22} - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\varepsilon_{scr}} - 1\right)} \right] \sigma;$$

$$Q23 = \frac{f_{inse} (nv231 + nv232) \lambda_{inse}}{\delta_{inse}};$$

$$Q3KQ = \left[ \frac{\pi r_{k3}^2 - f_{inse} nv3k1 - f_{wire} n_{wire}}{\frac{2}{\varepsilon_{scr}} - 1} + \right.$$

$$\left. + \frac{2\pi(r_{k2} + \delta_0)(h_7 - h_{32})}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_{k2} + \delta_0}{r_{31} - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\varepsilon_{scr}} - 1\right)} + \frac{2\pi(r_{k2} + \delta_0)h_{32}}{\frac{1}{\varepsilon_{scr}} + \frac{r_{k2} + \delta_0}{r_{32} - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\varepsilon_{scr}} - 1\right)} \right] \sigma;$$

$$Q3K = \frac{f_{inse} nv3k1\lambda_{inse}}{\delta_{inse}};$$

$$Q07 = \frac{f_{rack} n_{rack} \lambda_{rack}}{l_{rack}} + \frac{(f_{wire1} n_{wire11} + f_{wire2} n_{wire21}) \lambda_{wire}}{l_{wire1}};$$

$$QK4 = \frac{f_{inse} nvk41\lambda_{inse}}{\delta_{inse}};$$

$$QK4Q = \left[ \frac{\pi r_4^2 - f_{inse} nvk41}{\frac{2}{\epsilon_{scr}} - 1} + \frac{2\pi r_4 h_4}{\frac{1}{\epsilon_{scr}} + \frac{r_4}{r_{k2}} \left(\frac{1}{\epsilon_{scr}} - 1\right)} \right] \sigma;$$

$$QKS = \frac{\pi(r_{k3}^2 - r_{k2}^2) - QBK \epsilon_{scr}}{\frac{1}{\epsilon_p} + \frac{1}{\epsilon_s} - 1} \sigma;$$

$$QN = \frac{f_{thr} n_{thr} \lambda_{thr}}{l_{thr}};$$

$$Q45Q = \left[ \frac{\pi r_5^2 - f_{inse} 451}{\frac{2}{\epsilon_{scr}} - 1} + \frac{2\pi r_5 h_5}{\frac{1}{\epsilon_{scr}} + \frac{r_5}{r_4 - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\epsilon_{scr}} - 1\right)} \right] \sigma;$$

$$Q45 = \frac{f_{inse} nv451\lambda_{inse}}{\delta_{inse}};$$

$$Q58Q = \left[ \frac{\pi r_5^2}{\frac{2}{\epsilon_{scr}} - 1} + \frac{2\pi r_{81} h_{81}}{\frac{1}{\epsilon_{scr}} + \frac{r_{81}}{r_5 - \delta_{scr}} \left(\frac{1}{\epsilon_{scr}} - 1\right)} \right] \sigma;$$

$$Q8S = \frac{\pi r_{82}^2}{\frac{1}{\epsilon_p} + \frac{1}{\epsilon_s} - 1} \sigma;$$

$$Q08 = \frac{(f_{wire1} n_{wire12} + f_{wire2} n_{wire22}) \lambda_{wire}}{l_{wire2}};$$

где  $\sigma = 5,7536 \cdot 10^{-8}$  Вт/(м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>) — постоянная Стефана—Больцмана;

$Q_{Sun}$  — тепловыделение Солнца;

$Q_{drive}$  — тепловыделение привода;

$Q_{detector}$  — тепловыделение детектора;

$Q_{cable}$  — тепловыделение кабеля;

$nv09..612$  — количество вставок, соединяющих элементы конструкции;

$\epsilon_e$  — степень черноты элемента;

$q$  — тепловое сопротивление мата ЭВТИ;

$\alpha_s$  — коэффициент поглощения солнечного излучения мата ЭВТИ;

$f_e$  — площадь поперечного сечения элемента;

$n_e$  — количество элементов;

$\lambda_e$  — коэффициент теплопроводности элемента;

$l_e$  — длина элемента;

$h_e$  — высота цилиндра 2-й ступени элемента;

$\delta_e$  — условно принятая толщина элемента;

$r_e$  — радиус элемента.

Нижние индексы:

*rack* — стойка;

*wire* — провод;

*scr* — экран;

*inse* — вставка;

*thr* — нить;

*insul* — ЭВТИ;

*Sun, S* — Солнце;

*P* — поверхность ЭВТИ.

### Метод решения

Полученная система уравнений решалась хорошо зарекомендовавшим себя нелинейным блочным методом Зейделя.

Внутренние итерации для систем алгебраических уравнений выполнялись по методу Ньютона—Канторовича, для решения дифференциальных уравнений были написаны явные разностные схемы. В качестве начального приближения для всех температур была взята температура "горячей стенки" — основания (300 К).

Для проведения расчетов создано Windows-приложение, включающее в себя основной расчетный модуль, написанный на языке Фортран, оболочку пользователя, созданную в среде Delphi на языке Паскаль, и ряд служебных файлов.

### Результаты расчетов

С помощью разработанного математического обеспечения проведена серия расчетов. Для варианта с двумя дополнительными экранами и постоянной температурой обечайки, равной 300 К, найдено оптимальное соотношение радиусов радиаторов. При этом внешний радиус радиатора 1-й ступени был фиксированным и равным 360 мм, а радиус радиатора 2-й ступени менялся от 180 до 349 мм, внутренний радиус радиатора 1-й ступени брался на 3 мм большим. (Все остальные внутренние радиусы КИХ соответственно сдвигались.) В результате наибольшая хладопроизводительность достигнута при радиусе радиатора 2-й ступени, равным 310 мм, что видно на графиках, полученных расчетным путем (рис. 4).

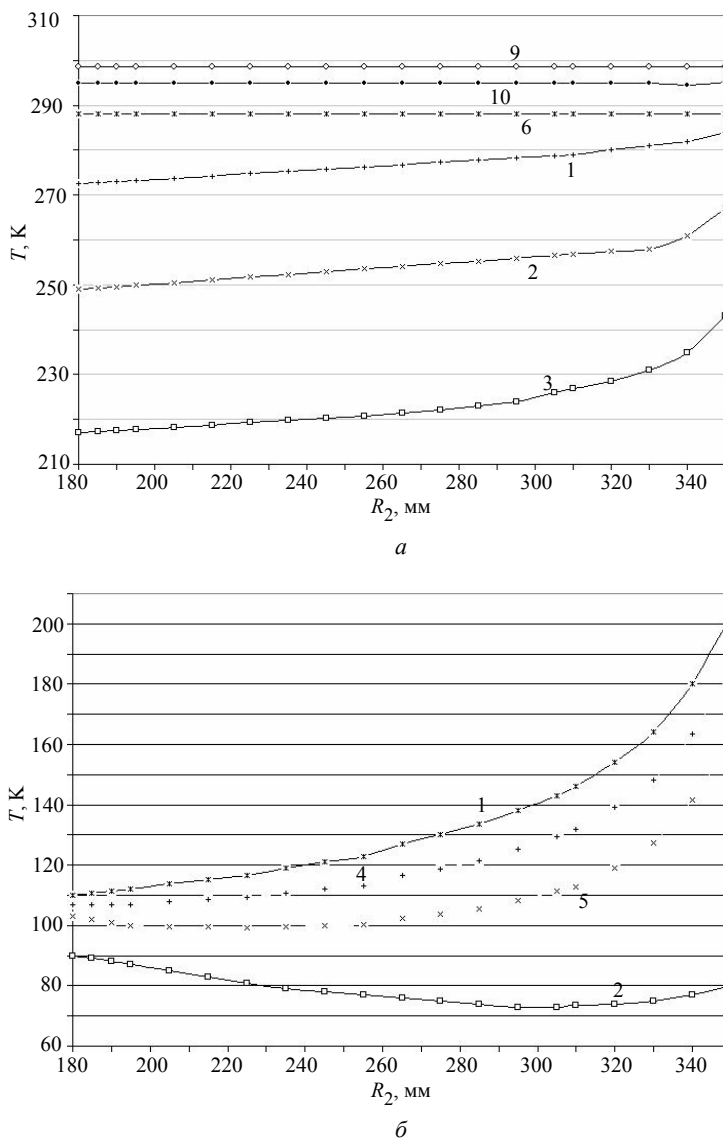


Рис. 4. Результаты расчета температуры КИХ:

a — экраны: 1 — —|—; 2 — —x—; 3 — —□—; 6 — \*; 9 — o; 10 — ●—;  
 б — экраны: 4 — +; 5 — x; ступени: 1 — \*; 2 — —□—

**Литература**

1. Рогольский А. "Инфракрасные детекторы". — Новосибирск, Наука, 2003. — 635 с.  
 2. Abrosimov A. L., Artemenko V. G., Voronkevich A. V., Ivanov A. A., Iskovskikh S. A. Results Proceeding of the European

Symposium on Space Environmental and Control Systems, Noordwijk, The Netherlands, 20—22 May. 1997 (ESA SP-400, August 1997). P. 37—54.

Статья поступила в редакцию 9 октября 2008 г.

**Optimization of cryogenic radiating cooler**

A. I. Abrosimov, A. A. Verlan, G. M. Polishchuk, K. M. Pichkhadze, V. K. Sysoev  
 S. A. Lavochkin Association, Khimki, Russia

*Load characteristic is presented which was obtained as a result of cryogenic radiating cooler flight as a part of "Elektra-1" SC. Physical and mathematical modeling of temperature distribution in cooler was performed. Optimal ratio of radiators dimensions was revealed under which maximum cold-productivity is achieved.*