

УДК 621.283.4/5

Теоретическое исследование фоновых облученностей ИК МФЧЭ с холодными диафрагмами заданных типов

А. И. Патрашин

Представлено теоретическое исследование фоновых облученностей матрицы фоточувствительных элементов (МФЧЭ) с тремя типами холодных диафрагм, необходимое при разработке матричных фотоприемных устройств (МФПУ). Первые два типа являются стандартными, а третий — предлагается автором. Показано, что фоновая облученность имеет полезную и паразитную компоненты. Полезная компонента определяет величину сигнала, а сумма полезной и паразитной компонент вместе с темновым током ФЧЭ — величину шума конкретного устройства. Определение их величин необходимо для оценки фотозлектрических параметров МФПУ. Проведен сравнительный анализ этих компонент фоновой облученности для указанных типов диафрагм.

PACS: 85.60.Gz, 44.40 +a, 07.57.Kp, 42.88. +h

Ключевые слова: матрица фоточувствительных элементов, облученность, диафрагма, излучение черного тела.

Введение

Фоновая облученность — величина, от которой во многом зависят фотозлектрические параметры ИК МФПУ. Она задает возможный режим работы МФПУ (режим ограничения шумом фона, режим ограничения шумом темнового тока, смешанный режим), который определяется соотношением фототока и темнового тока ФЧЭ. Кроме этого, фоновая облученность во многих случаях состоит из двух частей — полезной и паразитной. С полезной составляющей фоновой облученности (исходящей из выходного зрачка оптической системы, формирующей изображение) на МФЧЭ попадает и сигнальное излучение. Паразитная компонента фоновой облученности (исходящая из областей, расположенных вне выходного зрачка оптической системы) является бесполезной и лишь ухудшает параметры приемника, так как ее воздействие эквивалентно повышению темнового тока ФЧЭ. В настоящей работе проведен достаточно подробный теоретический анализ всех компонент фоновой облученности для МФПУ, отличающихся друг от друга лишь формами диафрагмы в окружающих их холодных экранах.

Исходные данные и формулировка задачи

Предполагается, что коэффициент отражения от внутренней поверхности холодного экрана бли-

зок к нулю. Фоновое излучение рассматривается как излучение абсолютно черного тела с ламбертовским распределением излучения [1] и температурой, соответствующей земным условиям.

Фоновая облученность МФЧЭ определяется выражением (4) из работы [2],

$$E(x, y, l, T) = K_{tr}(x, y, l) \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} M_{2\pi}(\lambda, T) \cdot d\lambda, \quad (1)$$

где $K_{tr}(x, y, l)$ — коэффициент пропускания холодной диафрагмы.

В данной работе рассмотрен случай равенства температур паразитного и полезного фонового излучения. Если эти температуры не равны, то величина $E(x, y, l, T)$ для каждой компоненты фонового излучения рассчитывается с соответствующей величиной температуры.

Интеграл в выражении (1) описывает облученность единичной площадки в угле 2π и имеет либо размерность Вт·см⁻²,

$$P(T, \lambda_1, \lambda_2) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left[\exp\left(\frac{ch}{\lambda k_B T}\right) - 1 \right]} d\lambda, \quad (2)$$

либо размерность фотон·см⁻²·с⁻¹,

$$N(T, \lambda_1, \lambda_2) = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \frac{2\pi c}{\lambda^4 \left[\exp\left(\frac{ch}{\lambda k_B T}\right) - 1 \right]} d\lambda, \quad (3)$$

где $c = 2,998 \cdot 10^{10}$ см·с⁻¹ — скорость света;

$k_B = 1,381 \cdot 10^{-23}$ Вт·с·К⁻¹ — постоянная Больцмана;

$h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Вт·с² — постоянная Планка.

Патрашин Александр Иванович, ведущий научный сотрудник.

ГНЦ РФ ФГУП «НПО "Орион"».

Россия, 111123, Москва, ш. Энтузиастов, 46/2.

Тел. (499) 374-94-00, E-mail: orion@orion-ir.ru

Статья поступила в редакцию 24 декабря 2010 г.

Функции, стоящие под знаком интеграла в выражениях (2) и (3), выражают спектральную плотность излучения АЧТ, описанную в законе Планка [3], обозначенную в выражении (1) как $M_{2\pi}$.

Выражения для $K_{tr}(x, y, l)$ в прямоугольных и полярных координатах имеют следующий вид [3]:

$$K_{tr}(x, y, l) = \iint_{S''} \frac{l^2 d\xi d\eta}{\pi[l^2 + (\xi - x)^2 + (\eta - y)^2]^2}; \quad (4)$$

$$K_{tr}(x, y, l) = \iint \frac{l^2 r dr d\varphi}{\pi[l^2 + (r \cos \varphi - x)^2 + (r \sin \varphi - y)^2]^2}. \quad (5)$$

Применение соответствующего выражения определяется аналитическим видом описания формы диафрагмы. Коэффициент пропускания является безразмерной величиной.

МФЧЭ имеет размеры фоточувствительного поля a и b , холодный экран с диафрагмой, расположенной на расстоянии l . Изображение в МФПУ формирует объектив, имеющий радиус выходного зрачка R , а расстояние от МФЧЭ до выходного зрачка — L .

Рассчитаем фоновую облученность МФЧЭ с диафрагмами трех типов:

первая — представляет собой внешнюю огибающую семейства окружностей, центры которых расположены на внешней границе прямоугольника, подобного МФЧЭ с коэффициентом подобия

$(1 - l/L)$, а радиусы окружностей имеют с выходным зрачком объектива коэффициент подобия, равный R/l . Сквозь такую диафрагму любой ФЧЭ видит весь выходной зрачок объектива и получает паразитную фоновую облученность;

вторая — представляет собой окружность радиуса R/l , являющуюся сечением конуса, вершина которого лежит в центре МФЧЭ, а основание совпадает с выходным зрачком объектива. Сквозь такую диафрагму любой ФЧЭ, кроме центрального, видит часть выходного зрачка объектива и получает паразитную фоновую облученность;

третья — представляет собой общую часть сечений множества конусов (пирамид), вершины которых расположены на внешней границе МФЧЭ, а основания совпадают с выходным зрачком объектива [4]. Сквозь такую диафрагму любой ФЧЭ видит часть выходного зрачка объектива, но не получает паразитную фоновую облученность.

Расчет фоновой облученности

Расчет фоновой облученности МФЧЭ с диафрагмой первого типа

Форма диафрагмы первого типа показана на рис. 1. Внешний контур ее описывает границу S'' в выражении (4), которое мы будем использовать. Учитывая, что интеграл (5) является суммой интегралов по областям 1, 2 и 3 на рис. 1, для нахождения интегрального коэффициента пропускания диафрагмы получим следующие выражения:

$$K_1(x, y, l) = \int_{-\frac{a}{2}(1-\frac{l}{L})-R\frac{l}{L}}^{-\frac{a}{2}(1-\frac{l}{L})} \int_{-\frac{b}{2}(1-\frac{l}{L})-\sqrt{\left(\frac{Rl}{L}\right)^2 - \left[x_1 + \frac{a}{2}\left(1-\frac{l}{L}\right)\right]^2}}^{\frac{b}{2}(1-\frac{l}{L}) + \sqrt{\left(\frac{Rl}{L}\right)^2 - \left[x_1 + \frac{a}{2}\left(1-\frac{l}{L}\right)\right]^2}} \frac{l^2 dx_1 dy_1}{\pi[l^2 + (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2]^2}; \quad (6)$$

$$K_2(x, y, l) = \int_{-\frac{a}{2}(1-\frac{l}{L})}^{\frac{a}{2}(1-\frac{l}{L})} \int_{-\left[\frac{b}{2}(1-\frac{l}{L}) + R\frac{l}{L}\right]}^{\left[\frac{b}{2}(1-\frac{l}{L}) + R\frac{l}{L}\right]} \frac{l^2 dx_1 dy_1}{\pi[l^2 + (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2]^2}; \quad (7)$$

$$K_3(x, y, l) = \int_{\frac{a}{2}(1-\frac{l}{L})+R\frac{l}{L}}^{\frac{a}{2}(1-\frac{l}{L})} \int_{-\frac{b}{2}(1-\frac{l}{L})-\sqrt{\left(\frac{Rl}{L}\right)^2 - \left[x_1 - \frac{a}{2}\left(1-\frac{l}{L}\right)\right]^2}}^{\frac{b}{2}(1-\frac{l}{L}) + \sqrt{\left(\frac{Rl}{L}\right)^2 - \left[x_1 - \frac{a}{2}\left(1-\frac{l}{L}\right)\right]^2}} \frac{l^2 dx_1 dy_1}{\pi[l^2 + (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2]^2}; \quad (8)$$

$$K_{total_1}(x, y, l) = K_1(x, y, l) + K_2(x, y, l) + K_3(x, y, l), \quad (9)$$

где x_1 и y_1 — координаты в плоскости диафрагмы.

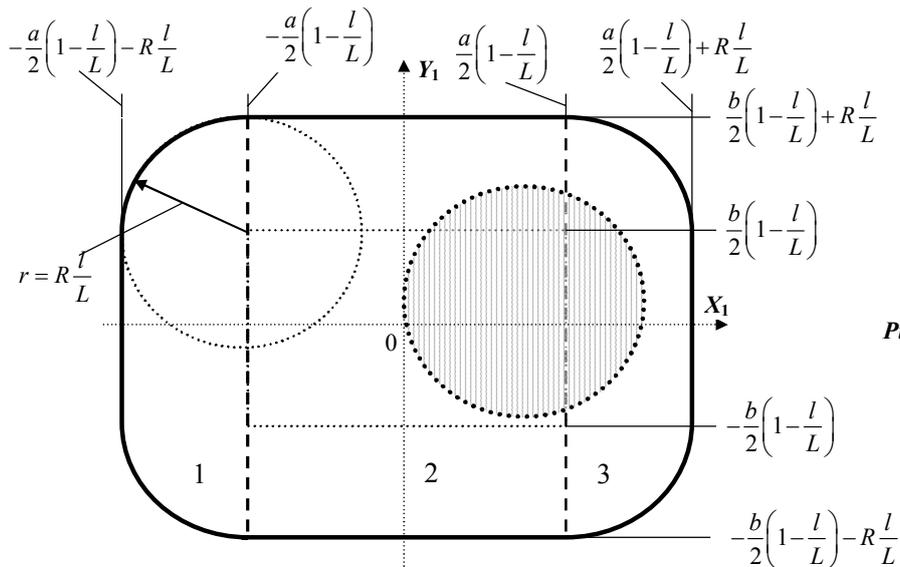


Рис. 1. Форма диафрагмы первого типа

Полезная фоновая облученность попадает на МФЧЭ в точку $M(x, y)$ сквозь виртуальную круглую диафрагму радиусом $r = R \frac{l}{L}$ с центром в точке $M_1(x_1, y_1)$. При этом

$$x_1 = x \left(1 - \frac{l}{L}\right), \quad y_1 = y \left(1 - \frac{l}{L}\right). \quad (10)$$

Для расчета коэффициента пропускания диафрагмой полезного фонового излучения воспользуемся выражением (5). Тогда, с учетом (10), получим

$$K_{useful_1}(x, y, l) = \int_0^{2\pi} \int_0^{R \frac{l}{L}} \frac{l^2 r dr d\varphi}{\pi \left[l^2 + \left(r \cos \varphi - x \frac{l}{L} \right)^2 + \left(r \sin \varphi - y \frac{l}{L} \right)^2 \right]}. \quad (11)$$

Теперь можно найти коэффициент пропускания диафрагмой паразитного фонового излучения, который будет равен

$$K_{par_1}(x, y, l) = K_{total_1}(x, y, l) - K_{useful_1}(x, y, l). \quad (12)$$

Таким образом, зная коэффициенты пропускания холодной диафрагмой полезного и паразитного излучений с помощью выражений (1)–(3), (9), (11) и (12), сможем рассчитать полную, полезную и паразитную фоновую облученность МФПУ с холодной диафрагмой первого типа.

В качестве примера рассмотрим МФПУ формата 1280×720 с размером ФЧЭ 20×20 мкм, с размерами фоточувствительного поля $a = 2,56$ см,

$b = 1,44$ см. Изображение на МФЧЭ формируется объективом с выходным зрачком $R = 2,5$ см и расстоянием от выходного зрачка до МФЧЭ $L = 5$ см. Диафрагма расположена на расстоянии $l = 2,5$ см от МФЧЭ.

На рис. 2 показано распределение величин трех коэффициентов пропускания $K_{total_1}(x, y, l)$, $K_{useful_1}(x, y, l)$ и $K_{par_1}(x, y, l)$ вдоль оси X , параллельной большей стороне МФЧЭ, при заданной величине l .

На рис. 3 показана зависимость указанных коэффициентов пропускания для центральной и угловой точек МФЧЭ от расстояния до диафрагмы l . Можно увидеть, что при уменьшении этого расстояния паразитная компонента фоновой облученности растет.

Величина полного коэффициента пропускания диафрагмы в центре МФЧЭ $K_{total}(0, 0, 2,5 \text{ см}) = 0,354$, полезного — 0,2; паразитного — 0,154.

Максимальная неоднородность облученности определяется по формуле

$$\Delta \left(\frac{a}{2}, \frac{b}{2}, l \right) = \frac{K_{tr}(0, 0, l) - K_{tr} \left(\frac{a}{2}, \frac{b}{2}, l \right)}{2K_{tr}(0, 0, l)}, \quad (13)$$

и составляет 12,3 % для полной облученности, 5,2 % — для полезной и 21,6 % — для паразитной облученности.

Величина полной фоновой облученности ФЧЭ в центре матрицы, рассчитанная в соответствии с (1) и (3), составляет $4,66 \cdot 10^{15}$ фотонов·см⁻²·с⁻¹ в спектральном диапазоне 3,0—5,0 мкм и $1,31 \times 10^{17}$ фотонов·см⁻²·с⁻¹ в спектральном диапазоне 7,6—10,3 мкм.

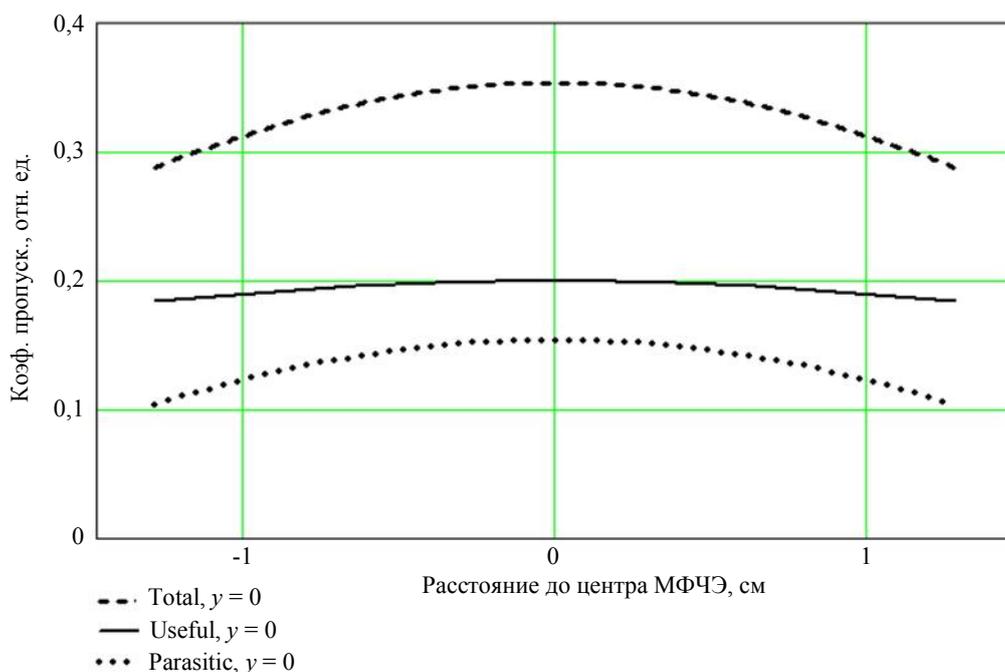


Рис. 2. Зависимость коэффициентов пропускания фонового излучения диафрагмы первого типа по площади МФЧЭ

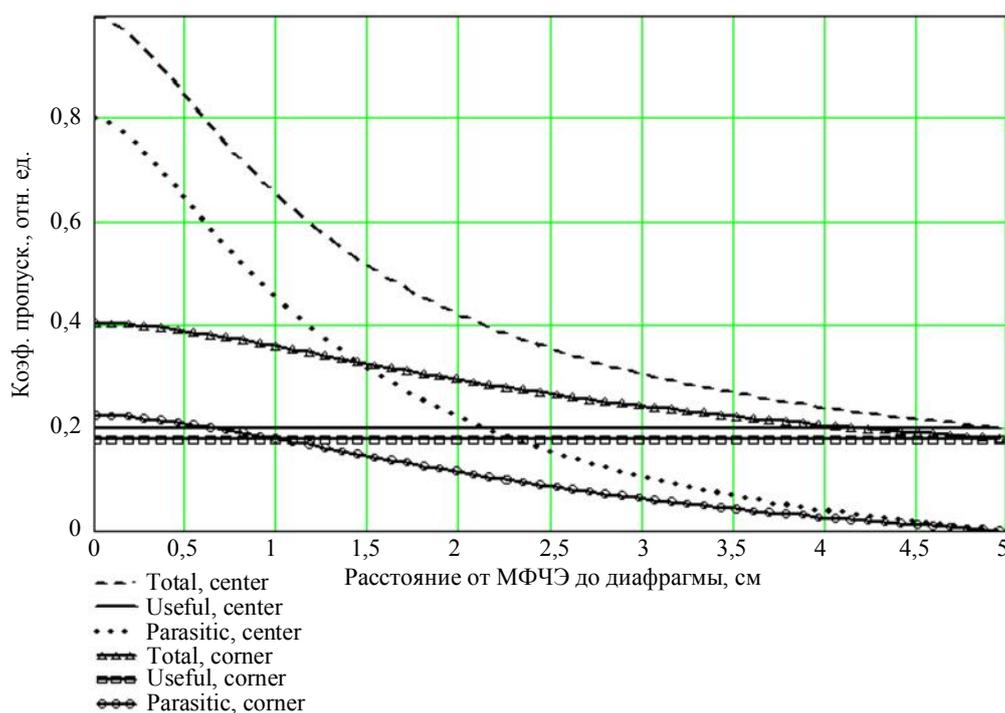


Рис. 3. Зависимость коэффициентов пропускания диафрагмой первого типа фонового излучения от расстояния диафрагмы до матрицы в центральной и в угловой точках МФЧЭ

Расчет фоновой облученности МФЧЭ с диафрагмой второго типа

Форма диафрагмы второго типа показана на рис. 4. Это окружность радиуса R/l с центром в точке O , являющаяся сечением конуса с вершиной в центре МФЧЭ и основанием, совпадающим с

выходным зрачком объектива. На этом же рисунке показано сечение плоскостью диафрагмы проекции выходного зрачка объектива в точку МФЧЭ, смещенную относительно центра МФЧЭ на расстояние $h = \sqrt{x^2 + y^2}$. Это сечение также представляет собой окружность с радиусом R/l , но с

центром в точке O_1 . При этом величина отрезка OO_1 и угла φ_0 определяется следующими выражениями:

$$\Delta(h) = h \left(1 - \frac{l}{L} \right); \quad (14)$$

$$\varphi_0 = \arccos \left(\frac{h(L-l)}{Rl} \right). \quad (15)$$

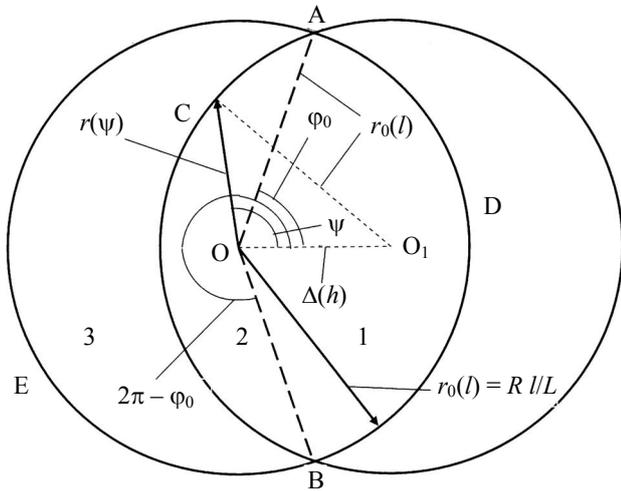


Рис. 4. Вид на выходной зрачок объектива из нецентральной точки МФЧЭ сквозь диафрагму второго типа

Решение этой задачи имеет круговую симметрию. Полная облученность попадает на МФЧЭ через всю круглую диафрагму с центром в точке O . Полная облученность в точке $M(x, y)$ МФЧЭ описывается выражением (1), в котором $K_{total_II}(x, y, l)$ определяется следующим соотношением:

$$K_{total_II}(x, y, l) = \int_0^{2\pi} \int_0^{R/l} \frac{l^2 \rho d\rho d\psi}{\pi [l^2 + (r \cos \psi - x)^2 + (r \sin \psi - y)^2]^2}. \quad (16)$$

Полезное излучение попадает в точку $M(x, y)$ из чевицеобразной области диафрагмы $ADBC$ с вершинами в точках A и B (см. рис. 4).

Коэффициент пропускания диафрагмой полезного излучения определяется выражением

$$K_{useful_II}(x, y, l) = K_1(x, y, l) + K_2(x, y, l), \quad (17)$$

где K_1 — коэффициент пропускания для части чевицеобразной области диафрагмы $OADB$, имеющей обозначение 1;

K_2 — коэффициент пропускания для части чевицеобразной области диафрагмы $OACB$, имеющей обозначение 2.

Сквозь оставшуюся серповидную область диафрагмы 3 ($ACBE$) на МФЧЭ попадает только паразитное излучение, а коэффициент пропускания

диафрагмой этого излучения определяется следующим выражением:

$$K_{par_II}(x, y, l) = K_{total_II}(x, y, l) - K_{useful_II}(x, y, l). \quad (18)$$

Величины коэффициентов $K_1(x, y, l)$ и $K_2(x, y, l)$ рассчитываются с помощью следующих выражений:

$$K_1(x, y, l) = \frac{1}{\pi} \int_{-\varphi_0}^{\varphi_0} \int_0^{R/l} \frac{l^2 \rho d\rho d\psi}{[l^2 + (\rho \cos \psi - |x|)^2 + (\rho \sin \psi - |y|)^2]^2}; \quad (19)$$

$$K_2(x, y, l) = \frac{1}{\pi} \int_{\varphi_0}^{2\pi - \varphi_0} \int_0^{r(\psi)} \frac{l^2 \rho d\rho d\psi}{[l^2 + (\rho \cos \psi - |x|)^2 + (\rho \sin \psi - |y|)^2]^2}, \quad (20)$$

где $r(\psi)$ определяется следующим выражением:

$$r(\psi) = \sqrt{x^2 + y^2} \left(1 - \frac{l}{L} \right) \cos \psi + \sqrt{R^2 \frac{l^2}{L^2} - (x^2 + y^2) \left(1 - \frac{l}{L} \right)^2 \sin^2 \psi}. \quad (21)$$

На рис. 5 представлено радиальное распределение полной, а также полезной и паразитной компонент фоновой облученности для МФПУ, в расчете фоновой облученности с диафрагмой первого типа. Диафрагма имеет вид круга с радиусом 12,5 мм. Из графика видно, что полезная облученность, определяемая соответствующим коэффициентом пропускания диафрагмы, достаточно резко снижается от центра к краю матрицы, а паразитная растет при классической зависимости полной облученности.

На рис. 6 показаны относительные зависимости полезной и паразитной компонент фоновой облученности от расстояния между диафрагмой и МФЧЭ в точках с различной удаленностью от центра матрицы, выраженные через зависимости K_{useful_II} и K_{par_II} от l . Буквой d обозначена длина диагонали МФЧЭ, равная 29,37 мм. Как и следовало ожидать, наиболее сильная зависимость полезной и паразитной компонент фоновой облученности наблюдается для угловых точек матрицы.

Коэффициент пропускания диафрагмы в центре МФЧЭ — $K_{total}(0, 0, 2,5 \text{ см}) = 0,2$.

Неоднородность полной облученности в угловой точке МФЧЭ равна 17,3 %, а неоднородность полезной облученности — 25,1 %.

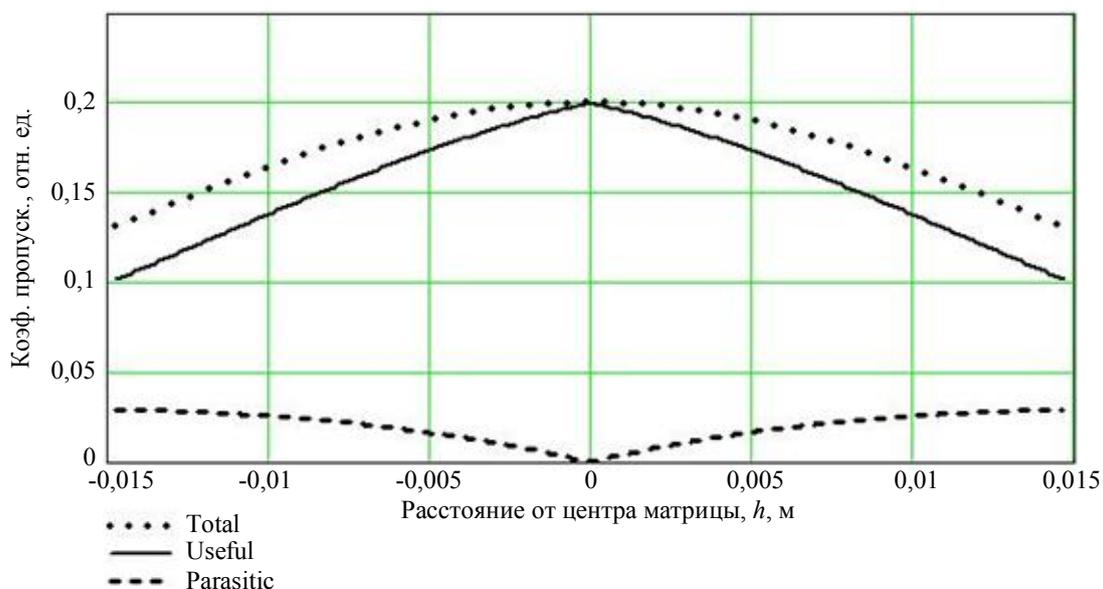


Рис. 5. Распределение полной, полезной и паразитной компонент фоновой облученности по радиусу от центра МФЧЭ

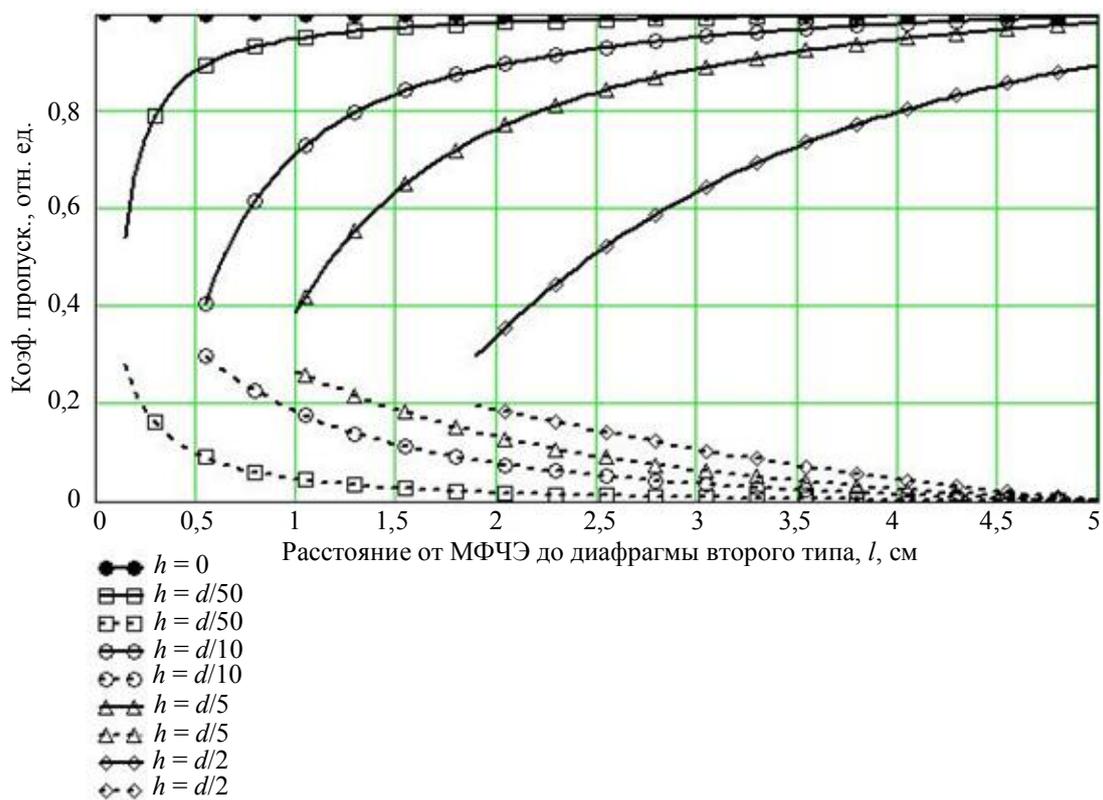


Рис. 6. Зависимость полезной и паразитной компонент фоновой облученности от расстояния между диафрагмой и МФЧЭ в точках с различной удаленностью от центра матрицы

Величина полной фоновой облученности ФЧЭ в центре матрицы, рассчитанная в соответствии с (1) и (3), составляет $2,64 \cdot 10^{15}$ фотонов·см⁻²·с⁻¹ в диапазоне 3,0—5,0 мкм и $7,38 \cdot 10^{16}$ фотонов·см⁻²·с⁻¹ в спектральном диапазоне 7,6—10,3 мкм.

Расчет фоновой облученности МФЧЭ с диафрагмой третьего типа

Форма максимально возможной диафрагмы третьего типа для МФПУ и объектива, приведенного в расчете фоновой облученности с диафрагмой первого типа, показана на рис. 7.

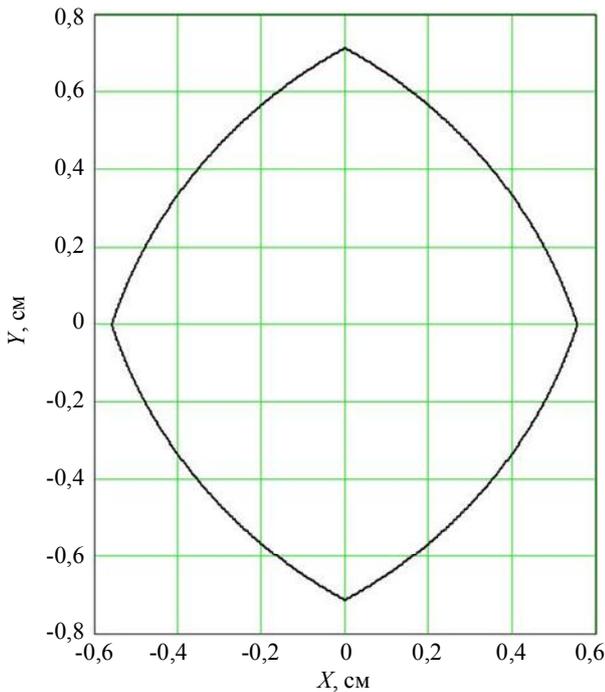


Рис. 7. Форма и размеры максимальной области для диафрагм третьего типа

Аналитическая запись формы указанной диафрагмы в полярных координатах имеет следующий вид:

$$r(\psi, l) = \frac{1}{2} \left[\sqrt{\frac{D^2 l^2}{L^2} - \left(\frac{L-l}{L}\right)^2 (a|\sin \psi| - b|\cos \psi|)^2} - \left(\frac{L-l}{L}\right) (a|\cos \psi| + b|\sin \psi|) \right], \quad (22)$$

где все обозначения те же, что и ранее.

Как доказано в [5], такая диафрагма абсолютно не пропускает паразитное излучение на МФЧЭ. Поэтому полная облученность всегда будет равна полезной облученности, а паразитная — равна нулю по всей площади МФЧЭ.

Коэффициент пропускания диафрагмы третьего типа, представленной на рис. 7, описывается следующим выражением:

$$K_{useful_III}(x, y, l) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{r(\psi, l)} \frac{l^2 \rho d\rho d\psi}{\left[l^2 + (\rho \cos \psi - x)^2 + (\rho \sin \psi - y)^2 \right]^2}. \quad (23)$$

Для МФПУ, описанного в расчете фоновой облученности с диафрагмой первого типа, коэффициент пропускания диафрагмы в центре $K_{total}(0, 0, 2,5 \text{ см}) = 0,048$.

Максимальная неоднородность полезной облученности в угловой точке МФЧЭ равна 21,3 %, т. е. ниже, чем для диафрагмы второго типа.

Величина фоновой облученности в центре матрицы, рассчитанная в соответствии с (1) и (3), составляет $6,38 \cdot 10^{14}$ фотонов·см⁻²·с⁻¹ в диапазоне 3,0—5,0 мкм и $1,79 \cdot 10^{16}$ фотонов·см⁻²·с⁻¹ — в диапазоне 7,6—10,3 мкм.

Показанная на рис. 7 граница максимальной возможной диафрагмы обозначает область, в которой могут размещаться диафрагмы любой формы. Необходимо, чтобы они не выходили за пределы указанной области, а количество электронов, генерированных фоновой облученностью, должно быть, по крайней мере, в несколько раз больше числа электронов темнового тока ФЧЭ.

Сравнительные характеристики

Если рассмотреть зависимость отношения полезной облученности к полной облученности от расстояния до диафрагм первого, второго и третьего типов в любой нецентральной точке МФЧЭ с помощью выражений (9), (11), (16), (17) и (23), получим, что диафрагма третьего типа — единственная, которая обеспечивает отношение, равное 100 %. Наихудшее отношение дает диафрагма первого типа.

Расчет неоднородности полезной облученности МФЧЭ от расстояния до диафрагм второго и третьего типов показывает, что во всем диапазоне значений l диафрагма третьего типа обеспечивает более однородную по площади облученность, чем диафрагма второго типа.

На рис. 8 показана зависимость коэффициентов пропускания трех типов диафрагм от расстояния между МФЧЭ и диафрагмой для центральной точки матрицы. Эта зависимость интересна тем, что, в отличие от диафрагм первого и второго типов, она показывает возможность регулирования (установки необходимой величины) полезной фоновой облученности МФЧЭ с помощью K_{tr} . Отсюда следует, что диафрагма третьего типа — единственная, которая позволяет регулировать величину полезной фоновой облученности МФЧЭ, не добавляя паразитную облученность.

Для всех рассмотренных типов диафрагм следует отметить отсутствие интерференционных и диффракционных эффектов, так как проходящее сквозь них излучение монохроматично и некогерентно и размеры диафрагм много больше максимальной длины волны регистрируемого излучения.

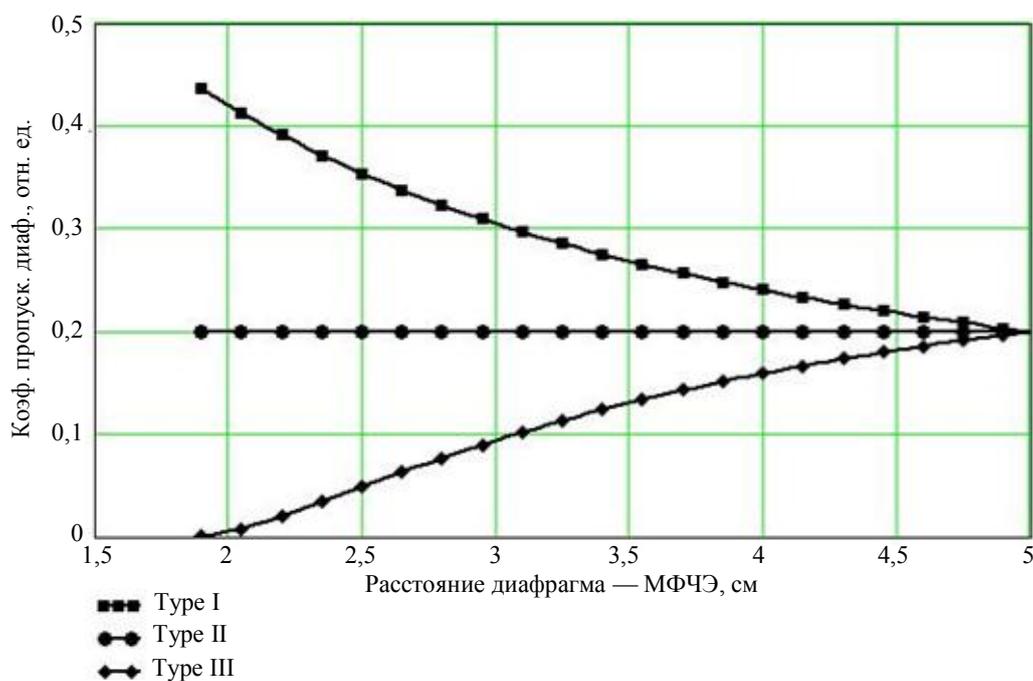


Рис. 8. Зависимости коэффициентов пропускания трех типов диафрагм от расстояния до МФЧЭ

Проведенное исследование справедливо для длин волн, меньших размера ФЧЭ.

Заключение

Диафрагма первого типа. Обеспечивает максимальную величину полезной и паразитной фоновой облученности по всей площади МФЧЭ. Следовательно, время накопления будет минимальным, что отрицательно скажется на пороговых характеристиках устройства, а тактовая частота МФПУ будет максимальна, что также может вызвать технические сложности.

Не предоставляет возможности регулирования величины полезной фоновой облученности МФЧЭ, а величину паразитной облученности увеличивает с уменьшением расстояния от МФЧЭ до диафрагмы.

Устанавливает худшее из всех диафрагм отношение полезной фоновой облученности к полной фоновой облученности, которое еще более ухудшается с уменьшением расстояния диафрагмы до МФЧЭ.

Обеспечивает наилучшую из рассматриваемых типов диафрагм однородность полезной фоновой облученности по площади МФЧЭ.

Диафрагма второго типа. Обеспечивает максимальную величину полезной и отсутствие паразитной фоновой облученности лишь в центральной точке МФЧЭ.

Увеличивает паразитную фоновую облученность по мере удаления от центра МФЧЭ, а полезную — снижает. Снижение полезной фоновой об-

лученности является более резким, чем для диафрагмы первого типа.

Не предоставляет возможности регулирования величины фоновой облученности с изменением расстояния до диафрагмы.

Увеличивает паразитную фоновую облученность в любой точке матрицы, кроме центральной точки, при уменьшении расстояния от МФЧЭ до диафрагмы.

Устанавливает худшее, чем для диафрагмы третьего типа, отношение полезной фоновой облученности к полной фоновой облученности, еще более ухудшающееся с уменьшением расстояния МФЧЭ до диафрагмы.

Имеет наихудшую из рассмотренных типов диафрагм однородность полезной фоновой облученности по площади МФЧЭ.

Диафрагма третьего типа. Обеспечивает полное отсутствие паразитной фоновой облученности по всей площади МФЧЭ, что является полезным как в случае равенства температур паразитного и полезного фонового излучения, так и в случае их различия.

Обеспечивает возможность регулирования величины полезной фоновой облученности на всей площади матрицы при изменении расстояния от МФЧЭ до диафрагмы.

Обеспечивает равное единице отношение полезной фоновой облученности к полной фоновой облученности.

Имеет более низкую, чем с диафрагмой первого типа, однородность фоновой облученности по

площади МФЧЭ, но более высокую, чем с диафрагмой второго типа.

Имеет возможность улучшения однородности фоновой облученности по площади МФЧЭ при снижении величины облученности.

Устанавливает наименьшую из трех величину фоновой облученности при одинаковом расстоянии до МФЧЭ, но позволяет компенсировать это повышением времени накопления. Это дает возможность снизить тактовую частоту работы МФПУ, что также полезно. Если повышение времени накопления невозможно, то диафрагма может быть рассчитана под заданное время накопления с со-

хранением всех своих полезных свойств и с учетом конструктивных параметров МФПУ.

Л и т е р а т у р а

1. Филачев А. М., Таубкин И. И., Трищенко М. А. Твердотельная фотоэлектроника. Физические основы. — М.: Физматкнига, 2005.
2. Патрашин А. И.// Прикладная физика. 2010. № 2. С. 103.
3. Патрашин А. И.// Там же. № 3. С. 123.
4. Патрашин А. И. Многоэлементный фотоприемник, Пат. 2390076 РФ, приоритет от 20.08.2008 г.
5. Dereniak E. L., Borman G. D. Infrared Detectors and Systems — N.Y.: John Wiley & Sons, Inc., 1996.

The theoretical research of the background irradiation of an IR array with the specific cold shields

A. I. Patrashin

Orion R&P Association, 46/2 Enthuziastov road, Moscow, 111123, Russia

E-mail: orion@orion-ir.ru

The theoretical research of the background irradiation of an IR array with three types of the cold diaphragms is executed. This research is necessary for the design of optimized IR array photodetector. First two types of the diaphragms are standard, and the third — is offered the author. It is shown that the background irradiation has useful and parasitic component. Useful component defines the value of the signal and the sum of the useful and the parasitic components together with the array dark current — size of the device noise. For this reason, the calculation of their values is necessary for the correct calculation of IR array photo-electric parameter. The comparative component analysis is carried out for the specified types of diaphragms.

PACS: 85.60.Gz, 44.40 +a, 07.57.Kp, 42.88. +h

Keywords: IR array, irradiation, diaphragm, black body radiation.

Bibliography — 5 references.

Received December 24, 2010