

УДК 621.397:621.383.4

Исследования стабильности параметров коррекции МФПУ формата 4×288 из КРТ

В. Н. Соляков, М. В. Кортиков

Каждый элемент матрицы фоточувствительных детекторов имеет временной и геометрический шум из-за неоднородности или разброса характеристик детекторов и, следовательно, имеет свою собственную чувствительность и "темновой" ток, которые задают наклон и смещение характеристики "освещенность—выходное напряжение" для элемента. При повторном опросе пикселей в условиях, идентичных предыдущему опросу, геометрический шум повторяется и величина его практически не изменяется в период между выборками. Поэтому существуют действенные меры борьбы с данным видом шумов — запоминание и вычитание. Это предопределяет два метода коррекции ФЧЭ: одноточечный, когда коррекция проводится при одном уровне засветки, и двухточечный — при двух различных уровнях засветки. Данная работа посвящена анализу стабильности корректируемости МФПУ при двухточечной коррекции.

PACS: 42.79Sz, 8530.-Z

Ключевые слова: корректируемость, МФПУ, долговременная стабильность, двухточечная коррекция неоднородности.

Введение

Данная работа представляет результаты исследований стабильности параметров коррекции неоднородности охлаждаемого фотоприемного модуля матричных фотоприемных устройств (ФПУ), разработанных и изготовленных в ФГУП «НПО "Орион"».

Временной и пространственный шум ограничивают температурное разрешение ИК фокальной матрицы. Временной шум устранить невозможно, пространственный шум можно частично скорректировать обработкой сигнала в реальном времени проведением коррекции. Для устранения геометрического шума в некотором диапазоне освещенностей проводится двухточечная коррекция сигналов от каждого чувствительного элемента с использованием двух опорных точек характеристики: "холодной" и "горячей" калибровок.

В работах [1, 2] проведены исследования стабильности и корректируемости фокальных матриц, проанализировано изменение уровня геометрического шума при постоянном уровне засветки без оценки влияния разброса и нестабильности коэф-

фициентов дифференциальной чувствительности, появляющиеся при неизменном уровне засветки.

В [3] приведены результаты исследований влияния нестабильности коэффициентов дифференциальной чувствительности на геометрический шум для матричного ФПУ на основе антимонида индия.

В данной работе проведены аналогичные исследования для многорядного МФПУ на основе КРТ-фотодиодов.

Исследования многорядного ФПУ

Измерения проводились на охлаждаемом фотоприемном модуле, представляющим собой гибридную сборку из матричного фоточувствительного элемента (МФЧЭ) формата 4×288 для спектрального диапазона 8—12 мкм на основе фотодиодов из КРТ и чипа охлаждаемой кремниевой БИС.

Рассматриваемая нами матрица имеет структуру чувствительных элементов форматом 4×288, с размерами каждого фотодиода 28×28 мкм и шагом 56 мкм. Топология представлена на рис. 1.

Измерение и обработка данных для метода двухточечной коррекции проводились по следующей оптической схеме, изображенной на рис. 2.

Были проведены одновременные измерения параметров, характеризующих двухточечную коррекцию, и их изменений во времени с интервалом

Соляков Владимир Николаевич, начальник НТЦ.
Кортиков Максим Викторович, инженер 1-й категории.
ФГУП «НПО "Орион"».
Россия, 111123, Москва, Шоссе Энтузиастов, 46/2.
E-mail: orion@orion-ir.ru

Статья поступила в редакцию 20 сентября 2010 г.

в 1 и 10 мин. Результатом измерений является пара кадров изображений, соответствующих двум неизменным уровням засветки (минимальному и максимальному). К полученным сигналам применялась процедура двухточечной коррекции с параметрами, полученными при первом замере. Далее определялось среднеквадратичное отклонение сигналов в каждом полученном кадре, которое

нормировалось на разность температур двух источников излучения. Таким образом, полученное значение является разностью температур, эквивалентной шуму (РТЭШ). Схематические измерения и последующая обработка данных для анализа стабильности параметров коррекции изображены на рис. 3.

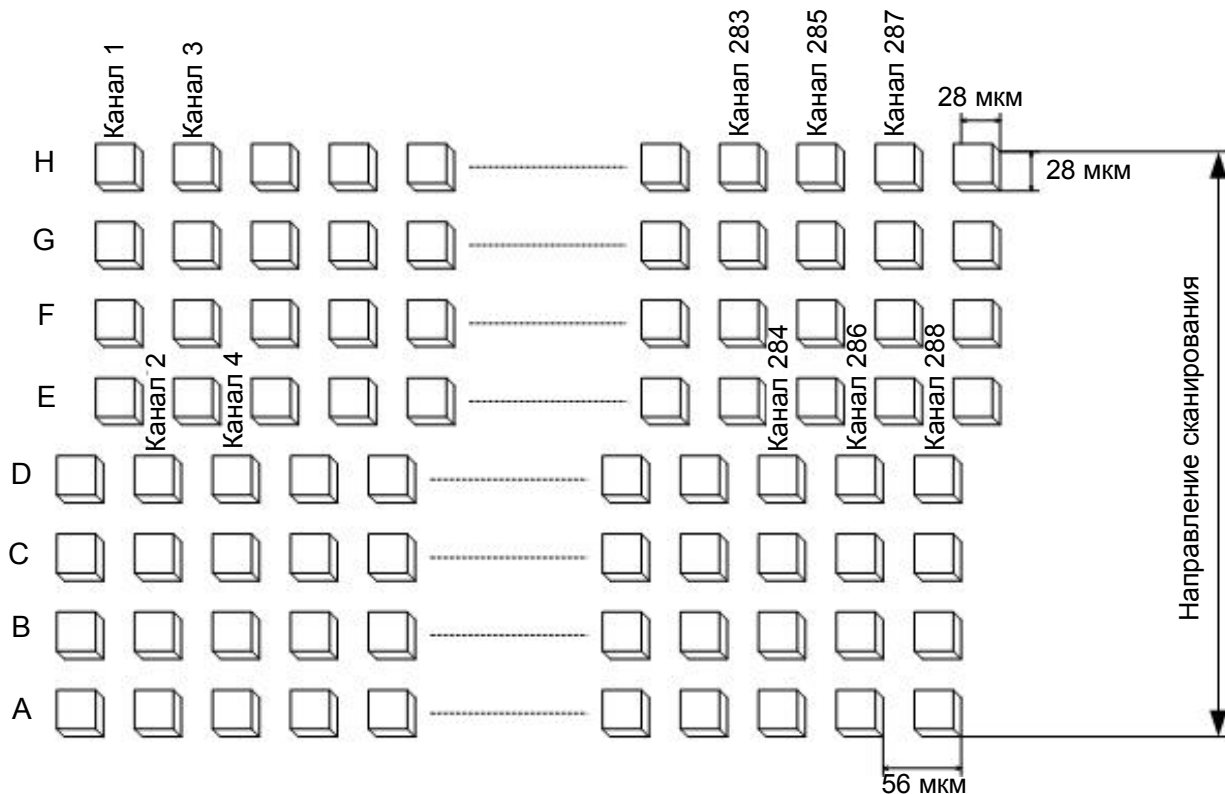


Рис. 1. Топология матрицы формата 4x288

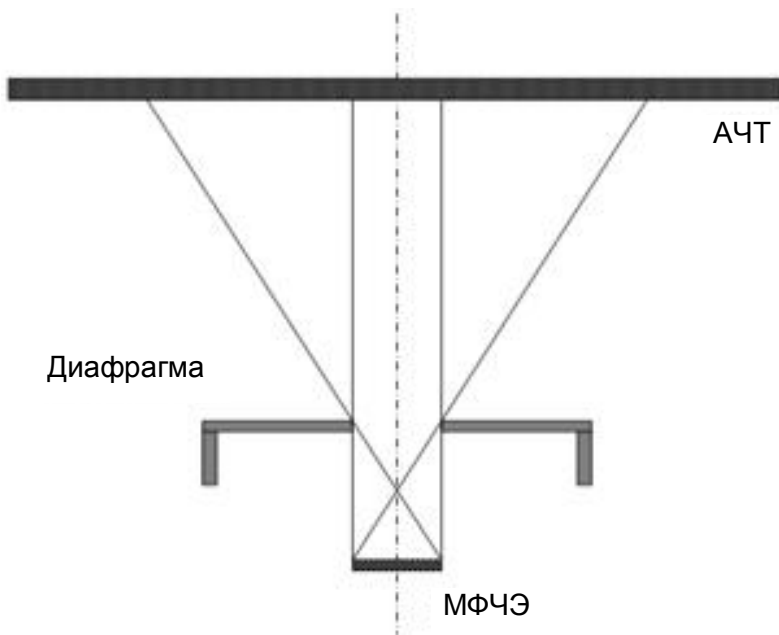


Рис. 2. Схема проведения измерений

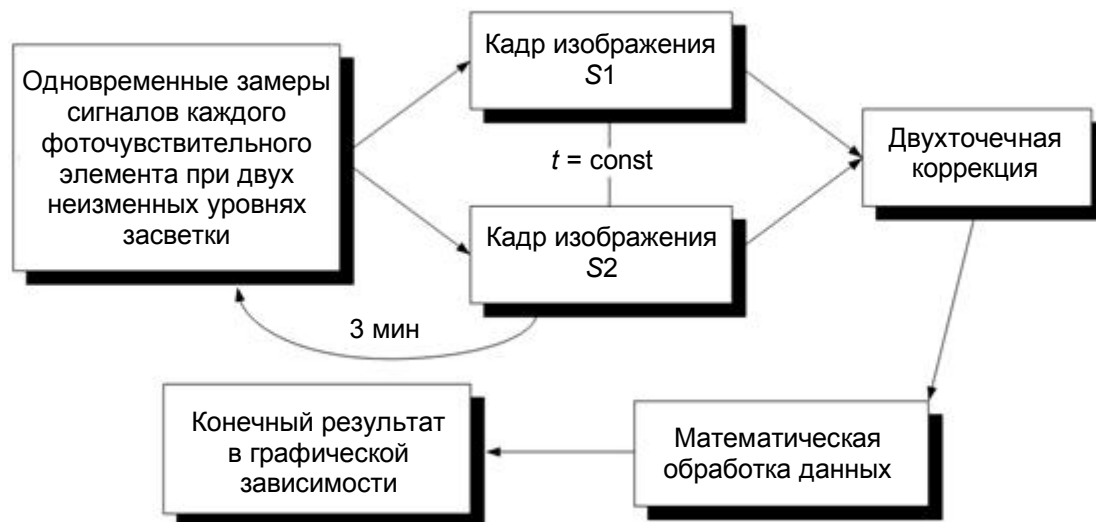


Рис. 3. Алгоритм проведения измерений и последующей обработки результатов

При минимальном уровне засветки скорректированные сигналы определяются по формуле

$$SK1_{i,j}(N) = \frac{S1_{i,j}(N) - K1_{i,j}(0)}{K2_{i,j}(0)},$$

где $SK1_{i,j}(N)$ — скорректированный сигнал;

$S1_{i,j}(N)$ — нескорректированные сигналы;

N — номер проведенного замера (кадра);

$K1_{i,j}(0) = S1_{i,j}(0)$ — параметр коррекции по низкому уровню засветки;

$K2_{i,j}(0) = S2_{i,j}(0) - S1_{i,j}(0)$ — разность сигналов при максимальном и минимальном уровнях засветки в начальном (нулевом) цикле измерений.

Затем определяется среднеквадратичное отклонение сигналов по кадру:

$$D1 = \text{stdev}(SK1_{i,j}(N)).$$

Разность температур, эквивалентная шуму, определяется домножением величины $D1$ на разность температур между уровнями засветки при двухточечной калибровке, которая при измерениях составляла 20° :

$$\text{NETD1} = D1 \times \Delta T.$$

Эта величина характеризует геометрический шум при нижнем уровне засветки.

Выполняются аналогичные действия при максимальном уровне засветки:

$$SK2_{i,j}(N) = \frac{S2_{i,j}(N) - K1_{i,j}(N)}{K2_{i,j}(0)};$$

$$D2 = \text{stdev}(SK2_{i,j}(N));$$

$$\text{NETD2} = D2 \times \Delta T.$$

Величина NETD2 характеризует геометрический шум при верхнем уровне засветки и чувствительна к изменению дифференциальной чувствительности.

Необходимо отметить, что за время измерений в 20 мин заметного изменения геометрического шума не наблюдалось. Абсолютные значения коэффициентов коррекции $K2$ за все время измерений в течение 0,5 года изменялись не более, чем на 2 %, что не превышает погрешность установки уровней освещения при калибровке. При этом в исследуемом МФПУ после проведения двухточечной коррекции значение геометрического шума соответствует величине РТЭШ около 35 мК. Это значение сохраняется в течение не менее 20 мин без изменения корректирующих коэффициентов.

Заключение

В работе показано, что двухточечная коррекция МФПУ, проводимая при двух различных уровнях засветки, обеспечивает относительно долговременную стабильность без изменения корректирующих коэффициентов.

Литература

1. Gross W., Hierl T., Schulz M. Correctability and long-term stability of infrared focal plane arrays. // Optical Engineering. 1999. May.
2. Чилико В. Ф., Дирочка А. И., Касаткин И. Л., Лопухин А. А. Исследование времени корректируемости для МФПУ на основе InSb // Матер. XX Междунар. науч.-техн. конф. по фотоэлектронике и приборам ночного видения. ФГУП «НПО "Орион"», Москва, Россия.
3. Соляков В. Н., Кортиков М. В. Исследования стабильности параметров коррекции МФПУ // Прикладная физика. 2008. № 3. С. 67.

Researches of stability of the correction parameters for the TDI FPA

V. N. Solyakov, M. V. Kortikov

Orion R&P Association, 46/2 Enthusiasts hay way, Moscow, 111123, Russia

E-mail: orion@orion-ir.ru

It is shown that a double-point correction of the multiseriial FPA, which is made at two different levels of illumination, ensures the long-term stability without changing the correcting coefficients.

PACS: 42.79Sz, 8530.-Z

Keywords: correctability, FPA, long term stability, two-point NUC.

Bibliography — 3 references.

Received September 20, 2010