

## МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЧНЫХ ПРИБОРОВ С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ В СИСТЕМЕ ПОИСКА ПОСТРАДАВШИХ

А.Н. Ветров, И.Ю. Артюхин, В.Ю. Ошурков, М.А. Гахзар

*Кафедра «Биомедицинская техника», ФГБОУ ВПО «ТГТУ»;  
master\_03@mail.ru*

**Ключевые слова и фразы:** инфракрасное изображение; матричный прибор с зарядовой связью; телевизионная система; тепловой фон.

**Аннотация:** Предложен, смоделирован и практически реализован инновационный метод поиска пострадавших в завалах при обрушениях строительных конструкций, основанный на совместном использовании телевизионной и тепловизионной камер с построением единого изображения. Совмещение изображений, их обработки и приведение к единому стандарту разложения по частоте смены кадров и количеству строк в кадре реализовано на базе матричных приборов с зарядовой связью.

---

### Введение

Визуальные системы поиска являются телевизионными и предназначены для поиска пострадавших людей в завалах различного рода при катастрофах, дистанционного осмотра образованных полостей, определения состояния пострадавших путем их осмотра и беседы с ними, обследования обрушенной конструкции для выбора оптимальной технологии ее разбора.

Для модернизации указанной системы с целью повышения эффективности ее работы предлагается совместить телевизионную и тепловизионную камеры обзор. Рациональность такого комплексирования поисковой системы обусловлена следующими соображениями. Существенную сложность при анализе изображений в оптическом диапазоне представляет низкая различимость объектов в условиях атмосферных осадков, тумана, задымленности и пылевых заслонов. Поэтому телевизионная система поиска не способна эффективно обнаруживать пострадавших в условиях задымленности или запыленности полости завала, а также в случае, если пострадавший находится под слоем пыли или обломков обрушенной конструкции [1].

В то же время изображения в инфракрасном (ИК) диапазоне обладают свойством выделять объекты с достаточной различимостью в этих же условиях [2].

В реальных условиях на экран монитора системы поиска можно будет выводить видео- или тепловизионное изображения по выбору оператора, при этом они должны быть совмещены по масштабу и границам. Но при начале работы с комплексированной системой в реальной ситуации предлагается на экран монитора выводить видеоизображение. Обосновано это тем обстоятельством, что в види-

мом диапазоне наблюдения (в отличие от ИК) оператор способен обнаруживать объекты с пятнами крови, обрывки одежды и останки людей. На это изображение накладывается сегментированное ИК-изображение. Сегменты ИК-изображения должны выделяться по заданному тепловому контрасту относительно усредненного общего теплового фона данного изображения.

Для этого сигнал ИК-изображения поступает в узел автоматической обработки, находящийся в блоке монитора. Задачей этого узла является обнаружение заданного уровня теплового контраста на общем тепловом фоне и выделение контрастирующих сегментов. Далее эти сегменты формируются в отдельное ИК-изображение, которое накладывается на телевизионное изображение в виде, например, пульсирующего яркостного пятна на соответствующем фрагменте последнего, что свидетельствует о возможном существовании пострадавшего.

Модель выделения теплового контраста в ИК-изображении на общем тепловом фоне представлена на рис. 1.

Тепловизионное изображение в общем виде можно описать в виде непрерывной поверхности  $f(x, y)$ , отображающей температуру в каждой точке с координатами  $x$  и  $y$ . Искомый объект обладает следующими температурными параметрами:  $t_{\min}$ ,  $t_{\max}$  – минимальная и максимальная температура объекта соответственно. Температурный фон определяется условием

$$t_{\phi} = \begin{cases} t_{\min}, & \text{если } t_{\min} \geq t_{\text{cp}}; \\ t_{\text{cp}}, & \text{если } t_{\min} < t_{\text{cp}}, \end{cases}$$

где  $t_{\text{cp}}$  – температура окружающей среды.

Интеграл функции  $f(x, y)$  по области  $D_i$  кадра ИК-изображения определяет уровень постоянной составляющей  $F(x, y)$  двумерного сигнала, которая является усредненным тепловым фоном,

$$F(x, y) = \iint_{D_i} f(x, y) dx dy.$$

Разность функций исходного изображения и его постоянной составляющей даст выделение сегментов  $S_i$  (рис. 1). Выделенные сегменты в изображении являются температурным превышением (контрастом) на общем тепловом фоне.

Предлагается решение этой задачи на матричных приборах с зарядовой связью (МПЗС). Узел обработки на базе МПЗС в виде малогабаритного субблока встраивается в существующий монитор поисковой системы. Более того, выбор элементной базы МПЗС обусловлен также следующим – современные мобильные малогабаритные тепловизионные системы в своем большинстве имеют отличные от телевизионного стандарты разложения изображений [5]. Тогда при выводе на общий монитор системы поиска видео- и тепловизионного изображений возникает задача совмещения стандартов развертки этих изображений по частоте смены кадров и количеству строк в кадре.

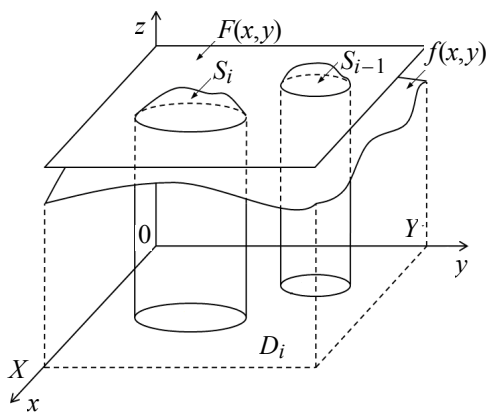
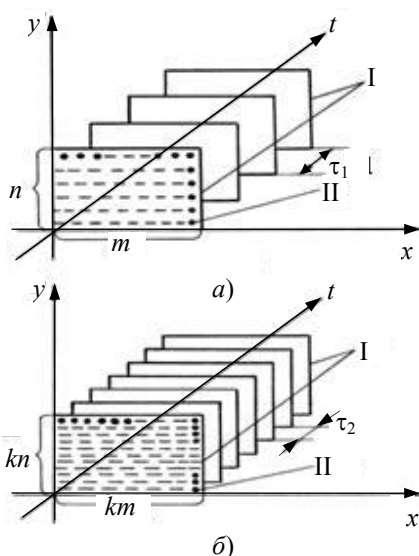


Рис. 1. Модель выделения теплового контраста



**Рис. 2. Модель преобразования стандартов разложения изображения**

Задача преобразования стандартов разложения изображений будет решаться на тех же задействованных в узле обработки МПЗС и обеспечит реализацию пространственно-временной интерполяции изображений [6]. Разработанная методика позволяет преобразовывать стандарты развертки исходных изображений по частоте смены кадров и количеству строк в кадре при малых аппаратных и энергетических затратах в реальном масштабе времени.

На рисунке 2 представлена модель преобразования стандартов разложения изображений.

Последовательность записи входных кадров в МПЗС блока памяти определяются по следующей методике.

1. По знаменателю дробной части числа, полученного от  $F_{\text{ВЫХ}}/F_{\text{ВХ}}$ , определяется период цикла записи входных кадров, то есть этот период равен  $n$  входным кадрам.
2. Месту каждого кадра в найденном цикле присваивают разряд двоичного кода (младший разряд справа).
3. Расстановка входных кадров в  $(P+1)$ -й матрице определяется по числу кадров  $\lambda$ , записанному в двоичном коде. Число  $\lambda$  получают из следующих выражений:

$$\lambda = \frac{2^n - 1}{3}, \text{ если } n - \text{четное число};$$

$$\lambda = \frac{2^n + 1}{3}, \text{ если } n - \text{нечетное число}.$$

Приведенные выражения получены путем анализа результатов моделирования процедуры временной интерполяции кадров изображения для типовых ситуаций.

4. Число  $\lambda$  в двоичном коде записывают в соответствии с разрядностью найденного цикла.

Таким образом получают расстановку кадров в  $(P+1)$ -й матрице в каждом цикле записи, то есть там где присутствует логическая единица – кадр записывается, где логический ноль-кадр – не записывается.

Поскольку в  $(P+1)$ -ю матрицу в каждом цикле записи вводится более одного кадра, то в  $P$ -ю матрицу будут вводиться не все входные кадры.

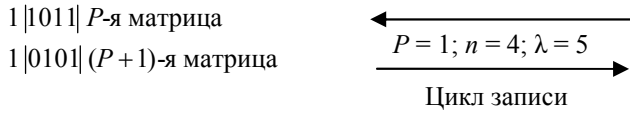
5. Расстановка кадров в  $P$ -й матрице производится по следующему правилу: поразрядная сумма цифр во всех разрядах двоичного кода  $P$ -й и  $(P+1)$ -й матриц должна быть равна нулю.

6. Для остальных матриц блока памяти во всех разрядах цикла должны быть единицы, то есть каждый входной кадр в эти матрицы записывается.

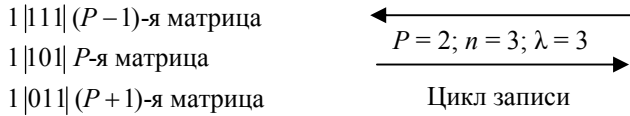
7. При любом  $n$  первый кадр записывается во все матрицы, а далее идут циклы записи.

Для примера, иллюстрирующего вышеприведенный метод, рассмотрим два варианта: А –  $\frac{F_{\text{ВЫХ}}}{F_{\text{ВХ}}} = 1\frac{1}{4}$ ; Б –  $\frac{F_{\text{ВЫХ}}}{F_{\text{ВХ}}} = 2\frac{1}{3}$ .

По приведенной методике расстановка кадров в матрицах блока памяти для варианта А :

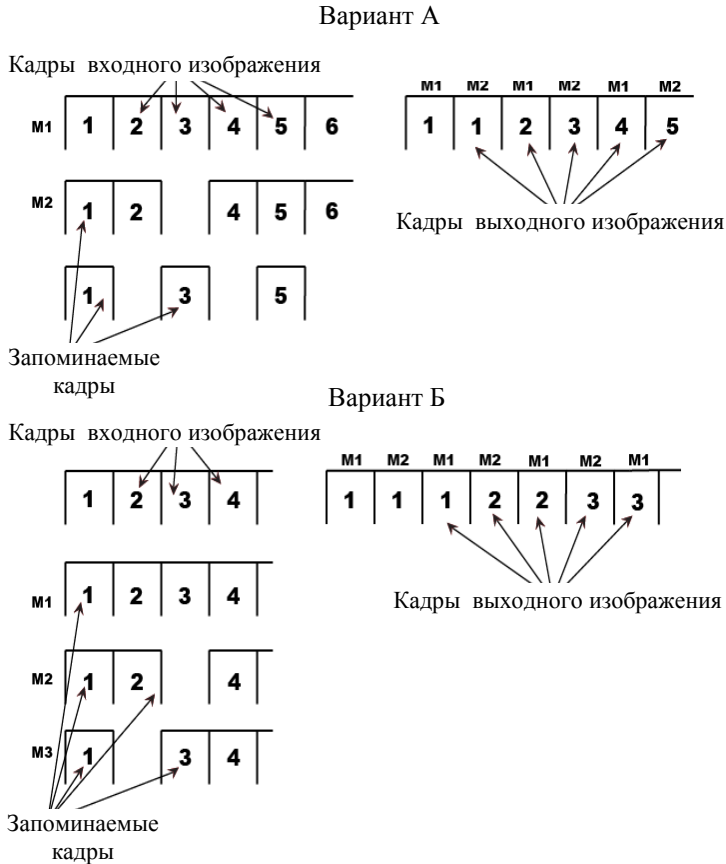


Расстановка кадров для варианта Б :



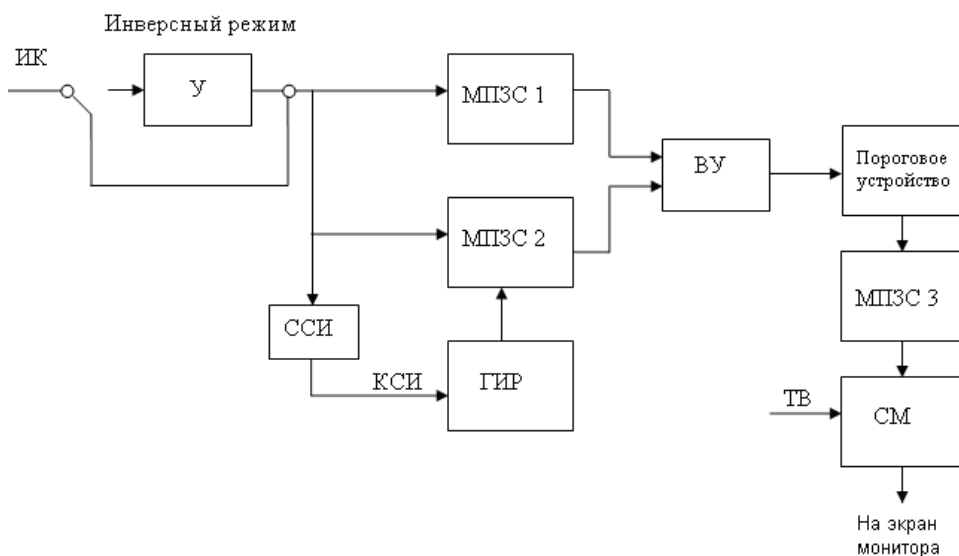
Временные диаграммы, иллюстрирующие рассмотренные случаи, приведены на рис. 3.

Структурная схема устройства на базе МПЗС, реализующего операцию выделения сегментов контрастирующих фрагментов по отношению к тепловому фону ИК-изображения, приведена на рис. 4. Преобразование стандартов разложения изображений реализуется на этих же МПЗС.



**Рис. 3. Временные диаграммы, иллюстрирующие два случая соотношения частот:**

$$a - 1\frac{1}{4}; \quad \bar{b} - 2\frac{1}{3}$$



**Рис. 4. Структура устройства выявления сегмента теплового контраста**

Устройство состоит из: инвертирующего усилителя У, матричных приборов с зарядовой связью МПЗС 1, МПЗС 2, МПЗС 3, селектора синхроимпульсов ССИ, генератора импульсов растекания ГИР, вычитающего устройства ВУ, порогового устройства ПУ, смесителя СМ, монитора М, кадровых синхроимпульсов КСИ, телевизионного сигнала ТС.

### Заключение

Таким образом, предлагаемая модернизация поисковой системы должна обеспечить более широкие ее возможности без существенного изменения конструкции, габаритов и веса монитора системы благодаря многофункциональному использованию матричных приборов с зарядовой связью.

### Список литературы

1. Ковалев, А.В. Тепловидение сегодня / А.В. Ковалев, В.Г. Федчишин, М.И. Щербаков // Спец. техника. – 1999. – № 3. – С. 13–18 ; 1999. – № 4. – С. 19–23.
2. Криксунов, Л.З. Тепловизоры : справочник / Л.З. Криксунов, Г.А. Падалко. – Киев : Техніка, 1987. – 165 с.
3. Техническое зрение в системах управления мобильными объектами – 2010 : тр. науч.-техн. конф.-семинара, 16–18 марта 2010 г., Таруса. Вып. 4 / под ред. Р.Р. Назирова. – М. : КДУ, 2011. – 328 с.
4. Датчики присутствия от компании Theben HTS [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kapro.ua/articles/35/> (дата обращения: 06.02.2012). – Загл. с экрана.
5. Певцев, Е. Матричные ИК-приемники для малогабаритных тепловизионных камер / Е. Певцев, В. Чернокужин // Электрон. компоненты. – 2001. – № 1. – С. 32–36 ; 2001. – № 2. – С. 30–34 ; 2001. – № 3. – С. 12–20.
6. А. с. 1631747 СССР, МКИ Н 04 N 7/01. Устройство для преобразования стандартов / А.Н. Ветров, С.И. Мирошниченко. – № 4406594/09 ; заявл. 08.04.88 ; опубл. 28.02.91, Бюл. № 8. – 4 с.
7. Галерея термограмм [Электронный ресурс] // ТепловизорС : сайт. – Режим доступа : <http://teplovizors.ru/gallery-thermograms.html> (дата обращения: 18.02.2012). – Загл. с экрана.

## Multifunctional Use of Matrix Charge Coupled Devices in Search of the Affected

A.N. Vetrov, I.Yu. Artyukhin, V.Yu. Oshurkov, M.A. Gahzar

*Department "Biomedical Engineering", TSTU;  
master\_03@mail.ru*

**Key words and phrases:** infrared image; matrix charge-coupled device; television; thermal background.

**Abstract:** The paper describes the proposed, modeled and practically implemented innovative method of searching for the affected under rubble in the collapse of building structures, based on the combined use of television and thermal imaging cameras with the construction of a single image. The combination of images, processing, and conversion to a single standard expansion in frame rate and number of lines per frame is realized on the basis of matrix CCDs.

---

### Multifunktionale Nutzung der Materngeräte mit der Ladungsverbindung im System der Suche der Betroffenen

**Zusammenfassung:** Es ist die Innovationsmethode der Suche der Betroffenen in den Verschüttungen bei den Einstürzen der Baukonstruktionen vorgeschlagen, modelliert und praktisch realisiert. Die Methode basiert sich auf der gemeinsamen Nutzung der Fernseh- und Wärmebildkameras mit der Konstruktion der einheitlichen Abbildung. Die Vereinigung der Abbildungen, ihrer Bearbeitung und die Anführung zum einheitlichen Standard der Zerlegung nach der Frequenz des Wechsels der Fachkräfte und der Zahl der Zeilen in der Fachkraft ist auf Grund von den Materngeräten mit der Ladungsverbindung realisiert.

---

### Emploi mutifonctionnel des appareils de matrice avec une liaison de charge dans le système de la recherche des victimes

**Résumé:** Est proposée, modélée et pratiquement réalisée la nouvelle méthode de la recherche des victimes dans les encombrements lors des affassements des constructions de bâtiments fondée sur un emploi commun des caméras de télévision et des caméras thermiques avec une construction d'une image unique. La réunion des images, leur traitement et l'aboutissement à une norme unique de la décomposition suivant la fréquence de l'escamotage des cadres et la quantité des lignes dans le cadre sont réalisés à la base des appareils de matrice avec une liaison de charge.

---

**Авторы:** *Ветров Александр Николаевич* – кандидат технических наук, доцент кафедры «Биомедицинская техника»; *Артюхин Игорь Юрьевич* – магистрант кафедры «Биомедицинская техника»; *Ошурков Владлен Юрьевич* – магистрант кафедры «Биомедицинская техника»; *Гахзар Моххамед Абдуллах* – аспирант кафедры «Биомедицинская техника», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

**Рецензент:** *Фролов Сергей Владимирович* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Биомедицинская техника», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».