

**А.А. Доботкин, А.В. Исаков, А.Б. Ильин, А.Г. Петренко,
В.В. Рейно, Р.Ш. Цвык, М.В. Шерстобитов**

БЛОК РЕГИСТРАЦИИ И ВВОДА ИНФОРМАЦИИ С ТЕПЛОВИЗОРА В ЭВМ <ТЕРМИК-2>

Рассмотрена тепловизионная автоматизированная система, обладающая широкими возможностями в области регистрации как быстротекущих (частота регистрации до 25 кадров в секунду), так и медленных процессов (частота до 1 кадра за 40 мин) при общем количестве зарегистрированных кадров не менее 100. Достоинствами разработанной аппаратуры являются широкие возможности программного задания режимов регистрации (частоты регистрации, формата вводимого кадра, аппаратное суммирование кадров и др.), достаточно развитое программное обеспечение. Система применяется для исследования параметров ИК-лазеров по отраженному, рассеянному излучению или по нагреву экрана при импульсном режиме генерации.

Тепловизионные системы нашли самое широкое применение в медицине, энергетике, металлургии, военном деле, исследовательских работах и других отраслях промышленности [1–4]. Однако у современных тепловизионных систем недостаточно автоматизированы процессы регистрации и обработки информации, в частности, это характерно для всех тепловизоров, выпускаемых в России. На практике нередко возникает необходимость измерения или исследования динамики изменения тепловых процессов во времени, например, при измерении температуры быстро нагреваемых или остывающих тел, при регистрации информации с летательных аппаратов, изменении температуры тела человека после проведения процедур или при переменных нагрузках в целях диагностики заболеваний, при измерении параметров лазерных пучков и т.д. В каждом конкретном случае требуется свое пространственно-временное разрешение регистрируемой информации в зависимости от скорости изменения процесса и его пространственной неоднородности.

В данной статье описывается блок регистрации и ввода информации с тепловизоров в ЭВМ с широкими возможностями измерения различных тепловых процессов.

Блок регистрации и ввода (БРВ) предназначен для преобразования и регистрации информации с тепловизора в буферную память блока, для ввода и обработки в ЭВМ типа IBM PC, ДВК. Отличительная особенность блока заключается в том, что он дает возможность программировать от ЭВМ следующие режимы регистрации: 1) выбор типа тепловизора; 2) регистрация в режиме <реального времени>; 3) регистрация в режиме <накопления>; 4) режим регистрации <полного кадра> или <окна>; 5) режим пропуска кадров; 6) режим пропуска строк и элементов в строке; 7) режим последовательного или произвольного доступа к видеопамяти запоминающего устройства (ВЗУ); 8) установка коэффициента ослабления входного видеосигнала; 9) выбор разрядности АЦП – 8 и 10 бит; 10) начало регистрации – программное, ручное или от внешнего импульса.

Благодаря программному заданию режимов регистрации, значительно расширяются функциональные возможности тепловизора и области его применения, оптимально используется объем буферного ЗУ. Количество регистрируемых кадров зависит от объема ЗУ и режима регистрации. Например, при объеме ЗУ 1 Мбайт, формате кадра 100x100 (100 элементов в строке, 100 строк в кадре), режиме <реального времени>, АЦП на 8 разрядов количество регистрируемых кадров равно 104, в режиме <окно> форматом 50x50 – 416 кадров, а в режиме <накопление> или 10-разрядном режиме преобразования количество запоминаемых кадров уменьшается в 2 раза, т. к. ЗУ используется в режиме хранения 16-разрядных слов. Основные преимущества блока проявляются при исследовании динамики тепловых процессов.

Рассмотрим возможности перечисленных режимов:

1. Выбор типа тепловизора – программно задается тактовая частота выборки элементов в строке в зависимости от ее длительности, что позволяет использовать различные типы тепловизоров.

2. Режим <реального времени> позволяет регистрировать каждый кадр с частотой работы тепловизора. Используется в основном при регистрации быстропротекающих процессов. Применяется совместно с режимами <полный кадр – окно>, <пропуск кадров, строк и элементов>.

3. Режим <накопление> позволяет суммировать программно задаваемое количество кадров (от 5 до 256) и регистрировать в ЗУ как один кадр, пропускать заданное количество кадров между суммируемыми. Применяется совместно с остальными режимами регистрации. Используется для повышения чувствительности при исследованиях стационарных или медленно изменяющихся тепловых процессов.

4. Режим <окно> позволяет оптимально использовать объем ЗУ за счет регистрации только информации, выделенной окном в пределах кадра. Применяется при необходимости увеличения длительности регистрации процесса или анализе интересующей части кадра.

5. Режим <пропуск кадров> обеспечивает регистрацию информации с заданной скважностью, что позволяет выбрать оптимальный режим регистрации в зависимости от скорости изменения процесса.

6. Режим <пропуск строк, элементов> позволяет исследовать процесс в течение более длительного времени (в 2 или 4 раза) по сравнению с режимами полного кадра и окна. Применяется в основном при регистрации быстропротекающих длительных процессов.

7. Режим <последовательного доступа> применяется при регистрации информации с тепловизоров. Режим произвольного доступа позволяет использовать видео ЗУ в качестве электронного диска.

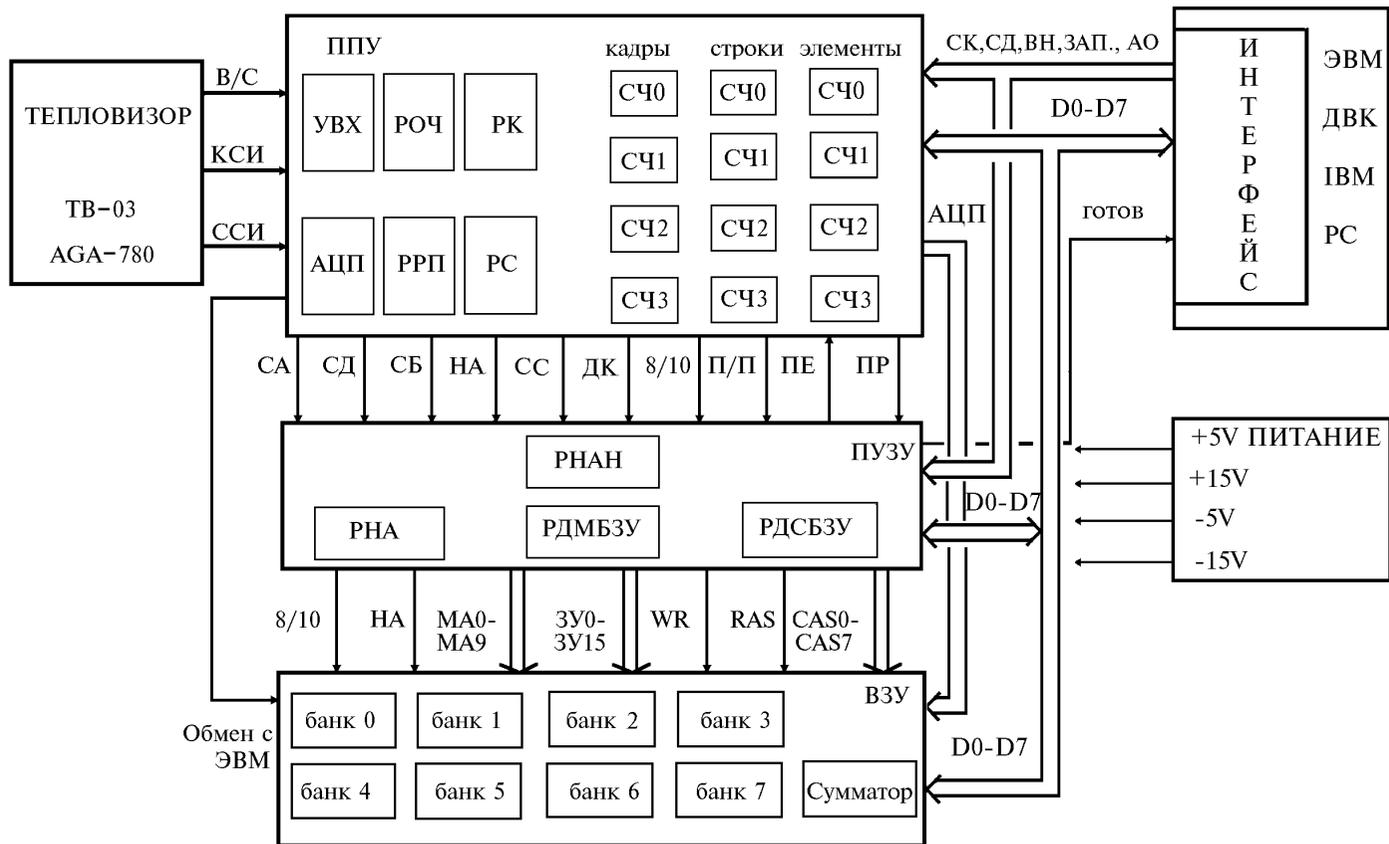
8. Режим <установка коэффициентов> позволяет вводить коэффициенты в уравнение пересчета амплитуды видеосигнала в температуру. Может применяться для определения этих коэффициентов совместно с конкретным тепловизором и эталонным излучателем – абсолютно черным телом (АЧТ).

Блок представляет собой автономное устройство со встроенным источником питания, платой преобразования и управления (ППУ), платами управления видео ЗУ (ПУЗУ), и видео ЗУ (ВЗУ). Связь с ЭВМ осуществляется через интерфейс, устанавливаемый в ЭВМ. Такое построение блока позволяет подключить ЭВМ различного типа, заменяя при этом только плату интерфейса.

Обмен информацией между блоком и ЭВМ осуществляется через два программных регистра: регистр команд (РК) и регистр данных (РД). Через РК выбирается любой программно доступный регистр и видео ЗУ, а через РД осуществляется обмен данными.

Блок-схема устройства приведена на рисунке. Плата ППУ содержит: устройство выборки и хранения (УВХ); аналого-цифровой преобразователь (АЦП), а также программно-доступные регистры: регистр команд (РК), регистр опорной частоты (РОЧ), регистр разрешения пропусков (РРП), регистр состояний (РС), таймеры кадров, строк и элементов, каждый из которых включает в себя регистр управляющего слова и три канала счетчиков (0, 1, 2), программно управляемый аттенуатор.

С помощью РОЧ можно задать период опорной частоты от 0,1 до 25,6 мкс с шагом 0,1 мкс, что позволяет программно устанавливать опорную частоту для работы с различными типами тепловизоров и изменять при необходимости частоту выборок в строке. РРП разрешает прохождение импульсов начала кадров, строк и элементов в изображении без пропусков. Счетчики <0> таймеров программируются через регистры управляющих слов в режим деления частоты для получения пропусков по кадрам, строкам и элементам. Счетчики 1, 2 таймеров строк и элементов программируются в режим одновибратора (СЧ1) и строба (СЧ2) с аппаратным запуском и определяют координаты начала аппаратного окна и его формат при вводе. Счетчики 1, 2 таймера кадров программируются в режим строба с аппаратным запуском (СЧ1) и одновибратора (СЧ2) и определяют количество суммируемых и пропускаемых кадров в режиме накопления. РС определяет конфигурацию устройства: тип микросхем памяти, преобразование в 8- или 10-битный код, тип синхронизации (строчно-кадровая или строчная), вид доступа к ВЗУ (последовательный или произвольный), разрешение или запрет работы АЦП, вид запуска начала регистрации (аппаратный или программный), задает режимы регистрации (полный кадр или окно, реальный режим или накопления, фиксирует начало регистрации и переполнение ВЗУ).



Блок-схема устройства, где СА, СД, СС, СК – стробы адреса, данных, суммирования, команды; СБ – сброс; НА – накопление; ДК – длительность кадра; 8/10 – выбор разрядности АЦП; П/П – выбор обращения к ВЗУ (последовательный, произвольный); PE – импульсы переполнения ВЗУ; PP – конец преобразования АЦП; МА0 – МА9 – адресные сигналы; ЗУ0 – ЗУ15 – данные чтения; WR – сигнал записи; RAS, CAS0 – CAS7 импульсы стробирования адреса; D0–D7 – шины данных; ВН – выбор номера устройства; ЗАП – запись; А0 – импульсы выбора младшего байта ВЗУ

Плата ПУЗУ содержит программно доступные регистр начального адреса (РНА) и регистры данных младшего (РДМБЗУ) и старшего (РДСБЗУ) байтов ВЗУ, счетчик адреса (СА), регистр начального адреса при накоплении (РНАН), адресные мультиплексоры и контроллер ВЗУ.

Плата видео ЗУ (ВЗУ) содержит 32 или 64 микросхемы динамических ЗУ типа K565PV5, РУ7 (4164, 41256) и сумматор, необходимый для реализации режима накопления.

Перед началом регистрации ЭВМ производит установку регистров в соответствии с выбранными режимами. РС устанавливается после программирования таймеров, РРП, РОЧ, занесения начального адреса ВЗУ. Регистрация термоизображений может запускаться либо внешним аппаратным сигналом, либо программно, либо кнопкой <пуск> и всегда начинается с начала кадра. ЭВМ при регистрации, опрашивая РС, фиксирует момент времени начала регистрации и переполнение ВЗУ (конец регистрации). После окончания регистрации ЭВМ считывает из ВЗУ заданный оператором кадр или последовательность кадров и отображает их на экране монитора в виде цветокодированного изображения. После просмотра оператор решает, какие кадры обработать, какой кадр или последовательность кадров следует записать на магнитный носитель. Вместе со служебной информацией, вводимой оператором, записываются термоизображения, а также дата и время.

Программное обеспечение разработано для ЭВМ IBM PC на TURBO PASCAL, для ДБК на ФОРТРАНе и позволяет: задавать конфигурацию и режимы регистрации, осуществлять запись тепловых изображений в видео ЗУ и перезапись на диск и обратно, считывать информацию для просмотра и обработки из видео ЗУ или с диска, просматривать любой заданный кадр из зарегистрированных, осуществлять обработку выбранного кадра – складывать и вычитать кадры, формировать трехмерное изображение, выделять области одинаковых температур, определять температуру в точке и выводить распределение температуры в сечениях через эту точку, формировать гистограмму распределения, переводить тепловую величину в температуру, считывать серию кадров при просмотре непрерывно с одновременным выводом до 8 кадров на экран, получать твердую цветную или ч/б полутоновую копию с экрана.

Разработана программа статистической обработки выбранной группы кадров, заключающаяся в выборе окна в интересующей части кадра и расчете следующих характеристик: определение, вывод на экран и запись в отдельных файлах среднего кадра по группе, среднего кадра при совмещении их центров тяжести; определение и вывод в виде таблицы для каждого кадра (включая средние) координат и значений температуры в максимуме и в центре тяжести, среднеквадратические размеры изображения, а также среднеквадратические и средние значения этих характеристик по всей группе. Применение этой программы позволяет повысить точность определения распределения температуры за счет программного режима накопления и определить изменение процесса во времени.

Блок испытан с тепловизорами Электроника ТВ-03 (Россия) и АГА-780 (Швеция).

Технические данные блока

Разрядность АЦП, бит	8 или 10
Время преобразования АЦП, мкс	0,75 или 1
Емкость видео ЗУ, Кбайт	256, 512, 1024, 2048
Количество пропускаемых кадров в режиме реального времени	1÷65536
Количество суммируемых кадров в режиме накопления	5÷256
Количество пропускаемых кадров между накоплениями	1÷256
Регистрация полного кадра или его части (окна)	
Частоты опорного генератора, мкс	0,1÷25,6
Коэффициент ослабления видеосигнала	1:1, 1:2, 1:4, 1:9
Максимальный формат кадра при частоте кадров 16 Гц	не более 256 x 256

Интерфейс обеспечивает параллельную работу двух блоков на одну ЭВМ.

Единственным аналогом, близким по назначению к вышеописанному <Термик-2>, является современная тепловизионная система <BRUT> фирмы АГЕМА (Швеция). Она обладает большим объемом видеопамяти, но имеет более высокую стоимость.

Основные преимущества блока регистрации и ввода информации заключается в возможности:

- сопряжения различных типов тепловизоров с различными типами ЭВМ;

– регистрации в зависимости от скорости изменения тепловых процессов, оптимального использования буферной памяти блока;
– использования пакета программ обработки термоизображений и его дальнейшего расширения.

1. Г о с с о р г Ж. Инфракрасная термография. М.: Мир, 1988. 349 с.
2. К а н а р ч у к В.Е., Ч и г р и н е ц А.Д. Бесконтактная тепловая диагностика. М.: Машиностроение, 1987. 123 с.
3. М а з у р и н В.Я. Медицинская термография. Кишинев, 1984.
4. Г а й д у к е в и ч Ю.Ч., Д о м а р е н о к Н.И., Д о с т а н к о А.П., М а р ч е н к о В.М. // Электронная промышленность. 1987. № 3. С. 59 – 62.

Институт оптики атмосферы СО РАН,
Томск

Поступила в редакцию
16 декабря 1993 г.

A. A. Dobotkin, A. V. Isakov, A. B. Il'in, A. G. Petrenko, V. V. Reino, R. Sh. Tsvyk, M. V. Sherstobitov. **Recording and Data Input Block <Termik-2> for Reading out Information from a Thermovisor to a Computer.**

This paper presents an automated thermo vision system capable of recording both fast (up to 25 frames per second) and slow (about 1 frame per 40 min.) processes with the total number of recorded frames about 100. An advantage of the instrument is a well developed software supporting a wide capabilities of the system in recording the processes under study including change of the recording rate, input formats, instrumental summing of frames, and so on. This system is employed for studying the IR laser radiation either reflected from objects or scattered as well as that heating a screen in a pulsed mode of emission.