

## Инфракрасный телевизионный прибор для анализа изображений\*

И.С. ГИБИН<sup>1</sup>, П.Г. ПОПОВ<sup>2</sup>, Е.В. САВКОВ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Новосибирск, Институт автоматики и электрометрии СО РАН

<sup>2</sup> Новосибирск, Сибирский НИИ оптических систем

<sup>3</sup> Екатеринбург, Уральский оптико-механический завод (филиал «Урал СибНИИОС»)

Рассмотрены вопросы создания приборов анализа изображений в ближнем инфракрасном диапазоне спектра. Разработан телевизионный прибор, обеспечивающий анализ изображений на просвет и на отражение в ИК области. Прибор может быть применен в криминалистике, искусствоведении, в научных исследованиях. Приведены результаты спектральных исследований анилиновых чернил. Показано, что они практически полностью прозрачны в ближней инфракрасной области спектра и непрозрачны в видимой области спектра. Выполнены эксперименты по выделению фрагментов изображений, залитых чернилами, исследованию изображений, запечатанных в конверт, анализу смешанных текстов, напечатанных совместно разными типами принтеров (лазерный, струйный). Назначение данного прибора – исследования документов и банкнот в отражённом или проходящем инфракрасном излучении. Изображение отображается на экране видеоконтрольного устройства. Прибор может быть использован для восстановления информации на испорченных документах; введения дополнительных степеней защиты документов и т. д. Разработанный прибор способен работать на «просвет» и на отражение. Отличается надежностью и простотой, а также невысокой стоимостью в своем классе. Прибор показал свою эффективность. Может работать в качестве наблюдательного устройства в системах ночного наблюдения при необходимой ИК-подсветке.

**Ключевые слова:** ИК диапазон, криминалистика, анализ изображений, телевизионный прибор, спектральный диапазон, отражение света, пропускание света, ИК-подсветка, ПЗС-матрица, анилиновые чернила, искусствоведение, защита информации, фотография.

### ВВЕДЕНИЕ

Известно, что различные материалы обладают различными спектральными характеристиками. Так, например, ряд красителей, в частности, анилиновые, являются непрозрачными в видимой области и полностью прозрачны в ближней инфракрасной (ИК) области [1]. На рис. 1 графически показана зависимость плотности анилиновых чернил от спектра излучения. Видно, что в видимой области спектра чернила имеют максимальную плотность (т. е. практически непрозрачны), а в ближней ИК области спектра их плотность минимальна (т. е. они прозрачны). Измерения проводились на спектрометре «Shimadzu VLV 3000».

Свойства красителей широко используются в технике анализа изображений в криминалистике [2], искусствоведении [3], научных исследованиях [4]. Значительных достижений в разработке и применении оптических спектральных приборов для анализа документов в ближней ИК области достигла фирма Dors [5].

Нами в 1996 году была предпринята попытка разработки инфракрасного криминалистического прибора [6]. Такой прибор был создан и показал отличные результаты. В данной статье приводится описание и результаты экспериментального исследования существенно усовершенствованного и модернизированного телевизионного прибора, работающего как в отраженном, так и в проходящем свете.

---

\* Статья получена 14 ноября 2013 г.

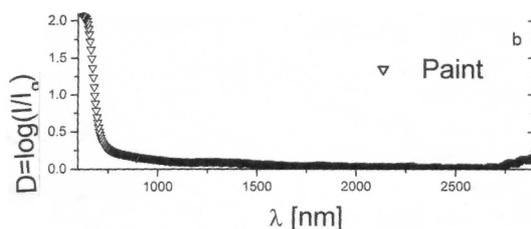


Рис. 1. Спектральная плотность поглощения анилиновых чернил

### 1. ПРИБОР КРИМИНАЛИСТИЧЕСКИЙ ТЕЛЕВИЗИОННЫЙ (ПКТ)

Прибор предназначен для исследования документов и банкнот в отражённом или проходящем инфракрасном (ИК) излучении. Изображение исследуемого объекта отображается на экране стандартного видеоконтрольного устройства (ВКУ), в качестве которого могут использоваться: видеомонитор, телевизор, компьютер с видеоинтерфейсом и др.

Принцип действия прибора основан на различии коэффициентов пропускания и отражения красителей в ИК и видимой частях спектра, а также повышенной проникающей способностью ИК излучения в некоторых материалах.

ПКТ может быть использован для:

- установления подлинности документов;
- восстановления информации на испорченных документах (залитых чернилами, краской и т. п.);
- выявления подчисток, исправлений;
- введения дополнительных степеней защиты документов;
- защиты оттисков печатей от подделок;
- идентификации предметов с помощью скрытых меток.

ПКТ состоит из блока наблюдения и основания, соединённых гибким кабелем. Данная конструктивная особенность позволяет работать с документами формата А4. Блок наблюдения состоит из модуля телевизионного (ТВ), блока управления и осветителя для работы в отражённом свете. Основание содержит блок питания и осветитель для работы в проходящем свете. На рис. 2 приведена функциональная схема ПКТ.

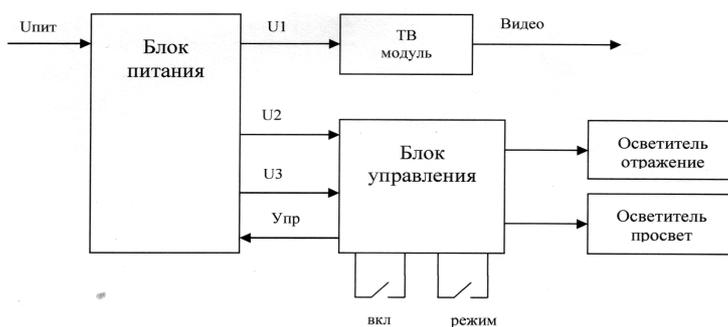


Рис. 2. Схема функциональная

Питание осуществляется от источника постоянного напряжения Шит 12 Вольт. Питание от сети переменного тока осуществляется через адаптер. Блок питания формирует напряжения  $U_1 \dots U_3$ . Напряжение  $U_1$  предназначено для питания ТВ модуля. Напряжения  $U_2$  и  $U_3$  предназначены для питания цепей осветителей. Блок управления предназначен для управления режимами работы ПКТ.

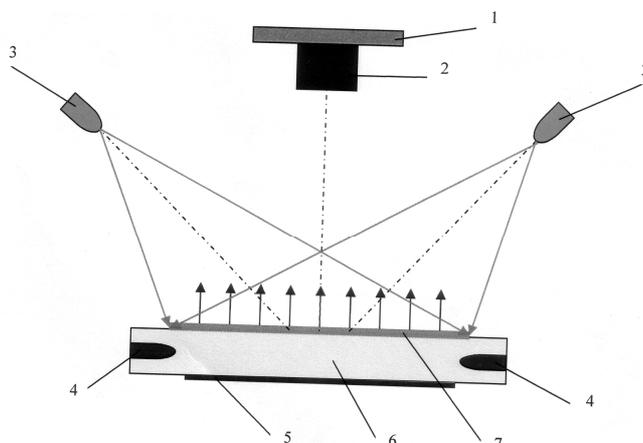


Рис. 3. Схема оптическая

На рис. 3 приведена оптическая схема прибора, где 1 – ТВ-модуль; 2 – объектив; 3 – диод светоизлучающий АЛ148 ( $\lambda = 0,87$  мкм) 4 – светоизлучающий АЛ107 ( $\lambda = 0,96$  мкм) ; 5 – отражатель; 6 – светорассеиватель; 7 – наблюдаемый объект.

При работе ПКТ в отраженном свете излучение от диодов 3 отражается от поверхности наблюдаемого объекта 7 и поступает в объектив 2 ТВ модуля 1. При работе ПКТ в проходящем свете излучение от диодов 4 выходит в окно светорассеивателя 6, проходит через наблюдаемый объект 7 и поступает в объектив 2 ТВ модуля 1. Внешний вид прибора показан на рис. 4.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Размер рабочего поля зрения прибора, мм: – при работе в отражённом свете, не менее 90x60 – при работе в проходящем свете, не менее 50x50	90x60 50x50
2. Рабочая длина волны прибора, мкм при работе в отражённом свете, не менее 0,87 при работе в проходящем свете, не менее 0,96	0,87 0,96
3. Рабочее разрешение по горизонтали, телевизионных линий, не менее	300
4. Размах амплитуды полного телевизионного сигнала положительной полярности с выхода прибора на нагрузке 75 Ом, В $1 \pm 0,1$	$1 \pm 0,1$
5. Число воспроизводимых градаций яркости, не менее	6



Рис. 4. Внешний вид прибора

## 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Был проведен ряд экспериментальных исследований, характеризующих возможность разработанного прибора. На рис. 5 показана обычная бытовая фотография. На рис. 6 показана эта же фотография, на которой лицо одного из персонажей залито черными чернилами. На рис. 7 показано изображение с экрана телевизионного монитора после обработки снимка с помощью прибора ПКТ. Видно, что чернильное пятно на изображении полностью исчезло.



Рис. 5



Рис. 6



Рис. 7

На рис. 8 показан фрагмент текста, сделанный на лазерном принтере, совмещенный с другим текстом, сделанным на струйном принтере. На рис. 9 приведен результат обработки на приборе ПКТ в отраженном свете, снятый с экрана ТВ монитора. Видно, что изображение текста, напечатанного на струйном принтере, исчезло.

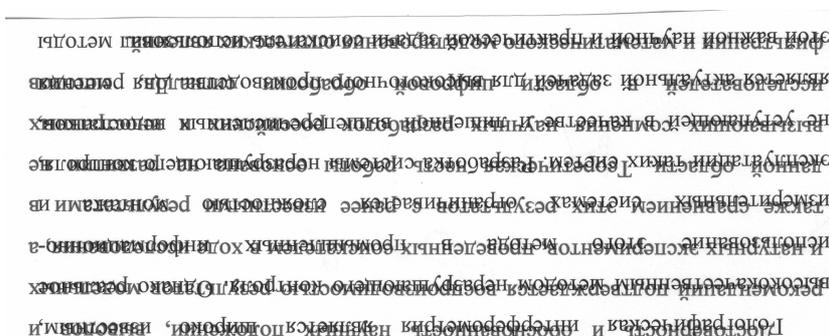


Рис. 8

Прибор ПКТ также успешно работает и на просвет. На рис.9 показан пример изображения с экрана ТВ монитора, полученного в результате просвечивания документа, помещенного в бумажном конверте. Таким образом, проведенные эксперименты подтверждают полную работоспособность и эффективность работы прибора ПКТ.

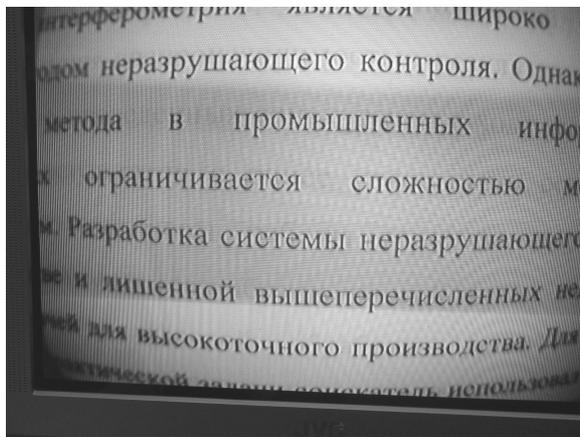


Рис. 9

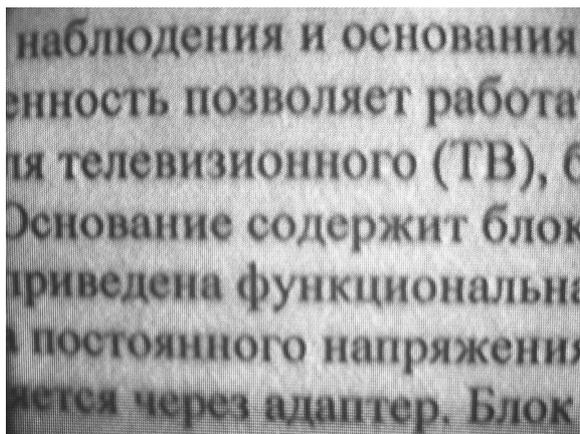


Рис. 10

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной работы создан телевизионный инфракрасный прибор, обеспечивающий эффективную обработку изображений в ближней инфракрасной области спектра. Прибор обеспечивает возможность работать как в отраженном, так и в проходящем свете, отличается простотой и высокой надежностью. Прибор внедрен в серийное производство.

Прибор ПКТ отличается от аналогичных приборов начального и среднего ценовых диапазонов наличием режима «в проходящем свете», причем этот режим осуществляется в ИК диапазоне. Такая функция имеется только в приборах «экспертного» класса. Возможность работы с документами формата А4, объемными объектами и сравнительно низкая цена делает ПКТ конкурентно способным на современном рынке.

Авторы выражают благодарность В.К. Малиновскому за проведение спектральных исследований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Эпсман А.А. Физические методы выявления невидимых текстов / А.А. Эпсман, В.М. Николайчик. – М.: Госюриздат, 1961. – С. 240.
- [2] Криминалистика: учебник для вузов / под ред. Н.П. Яблокова. – М., 1997. – С. 512.
- [3] Волков И.Н. Цвет в живописи. Книга / И.Н. Волков. – М.: Изд-во Искусство, 1965. – С. 214.
- [4] Зайдель А.Н. Основы спектрального анализа: монография / А.Н. Зайдель. – М.: Наука, 1965. – С. 324.
- [5] Фирма ООО «Dors», <http://www.dors.ru>
- [6] Gibin I.S. Infrared criminalistic devices / I.S. Gibin, E.V. Savkov, P.G. Popov // SPIE Proceedings. – 1996. – Vol. 2969. – P. 696–698.

## REFERENCES

- [1] A.A. Jepsman, V.M. Nikolajchik, izichekie metody vyjavlenija nevidimyh tekstov. M.Gosjurizdat, 1961, 240 p.
- [2] Kriminalistika: «Uchebnik dlja VUZov» /pod red. N.P. Jablokova. M., 1997, 512 p.
- [3] I.N. Volkov. Cvet v zhivopisi. Kniga. Izd-vo M., «Iskusstvo», 1965, 214 p.
- [4] A.N.Zajdel'. Osnovy spektral'nogo analiza. Monografija. Izd-vo «Nauka». M., 1965, 324 p.
- [5] Firma OO «Dors», <http://www.dors.ru>
- [6] I.S. Gibin, E.V. Savkov, P.G. Popov Infrared criminalistic devices. SPIE Proceedings, vol. 2969, 1996. pp. 696–698.

*Гибин Игорь Сергеевич*, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института автоматизации и электрометрии СО РАН, действительный член Академии технологических наук России, лауреат Государственной премии РФ, действительный член Всероссийского оптического общества им. Рождественского. Основное направление научных исследований – опико-электронные системы хранения и обработки информации, инфракрасные системы. Имеет более 150 научных публикаций. E-mail: [gibin@iae.nsk.su](mailto:gibin@iae.nsk.su).

*Попов Павел Геннадьевич (1952–2012 гг.)*, доктор технических наук, старший научный сотрудник, начальник лаборатории Сибирского НИИ оптических систем. Основное направление научных исследований – опико-электронные системы. Им было опубликовано более 50 научных публикаций.

*Савков Евгений Васильевич*, ведущий инженер филиала «Урал СибНИИОС» Уральского оптико-механического завода. Основное направление научных исследований: опико-электронные системы. Имеет 15 научных публикаций. E-mail: [gibin@iae.nsk.su](mailto:gibin@iae.nsk.su).

**I.S. Gibin, P.G. Popov, E.V. Savkov**

*The infrared thermal television imaging device for the images*

The article observes the aspects of creating devices of the image analysis in the near infrared spectral range. The thermal-imaging device that provides the analysis of images on light and reflection in the infrared range is worked out. The device can be used in criminalistics, arts, scientific researches. Test results of aniline inks are presented. It is shown they are practically transparent in the near infrared spectral range and opaque in the visible spectral range. The following experiments have been done: selection of slices of images filled with ink, research of images sealed in an envelope, analysis of mixed texts printed by different types of printers at the same time (laser, inject). The device is intended to research documents and banknotes in the reflected or penetrating IR radiation. The image of the object being researched reflects on the screen of a standard videocontrolling device, such as a videomonitor, a TV-set, a video-interface computer, etc. The operating principle of the device is based on the difference in transmittance and reflection coefficients of dyes in IR and visible parts of the spectrum, and also on increased penetrating ability of IR radiation in some materials. The device can be used for: authentication of documents, reconstruction of information on spoilt documents, covered with ink, dyes, etc., identification of erasures and corrections, introduction of additional degrees of documents protection, protection of stamps and seals from fakes, identification of objects by hidden tags. The device can work to the light and reflection. It is reliable, simple and rather cheap. It has already demonstrated its efficiency. It can be used as an observing device in night vision systems in case it is provided with the needed IR backlight.

**Key words:** infrared range, criminalistics, analysis of images, television device, spectral range, light reflection, penetration of light, IR backlight, CCD-matrix, aniline ink, arts, information protection, photography.