

# КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

УДК 621.397

## ОЦЕНКА БЫСТРОДЕЙСТВИЯ МЕТОДОВ СЕЛЕКТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В ПРОСТРАНСТВЕННО - ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

ГАВРИЛОВ Д.С., ФУСТИЙ В.С.,

ПОДДУБНЫЙ Б.А., ДРОЗД К.А., ЖУЙКОВ Д.Б.

Оцениваются известные методы селективной обработки данных на основе выделения и шифровки контурной информации на базе JPEG-платформы по критерию быстродействия в пространственно-временной области.

**Ключевые слова:** селективная обработка, защита, кадр, быстродействие.

**Key words:** selective processing, protection, frame, speed.

### 1. Введение

В эру широкого распространения дистанционно управляемых летательных аппаратов тактического уровня остро поставлен вопрос обеспечения конфиденциальной передачи данных в реальном масштабе времени. Ведь обладание несанкционированным пользователем информацией, которая добыта воздушной разведкой, может привести к экономическим, политическим и социальным потерям, что в свою очередь приведет к потере имиджа государства, предприятия или учреждения. Анализ последних исследований и публикаций показал, что для решения проблемы конфиденциальной передачи данных с борта летательного аппарата на пункт дистанционного управления в реальном масштабе времени используют селективные методы обработки данных, которые обнаруживают и защищают контурную информацию, как ключевой признак объекта. Однако каждый из методов имеет определенное время обработки, которая в свою очередь вызывает задержку. Следует заметить, что актуальность (время «жизни») добытой аэромониторингом информации во временной области исчисляется от десятка секунд до нескольких минут. Наличие задержек в процессе добывания, обработки и доведения разведывательных данных до потребителя может привести к потере достоверности информации из-за снижения доступности. На данное время методы селективной обработки на основе закрытия контурной информации справляются с поставленным заданием, но качество, следовательно, и объем видеoinформационного ресурса стремительно растет, что в свою очередь увеличивает время  $T_{обр}$  на обработку и передачу данных.

Основываясь на сказанном, *актуальной научно-прикладной задачей* является нахождение путей повышения оперативной передачи защищенной видеoinформации в системе аэромониторинга при активном противодействии противника.

*Цель* исследования состоит в нахождении подхода для обеспечения оперативной передачи данных с необходимым уровнем криптозащиты. В этой работе предлагается решить поставленную задачу путем нахождение метода, который за минимальное время  $T_{обр}$  проводит обработку данных. Указанный метод будем считать наиболее пригодным для обеспечения оперативной передачи данных.

### 2. Основная часть исследований

Основу селективной обработки данных на основе JPEG-платформы в пространственно-временной области составляют методы выявления контурной информации в яркостной составляющей, так как она содержит ключевую информацию в пространстве YCrCb [9] (рис. 1).

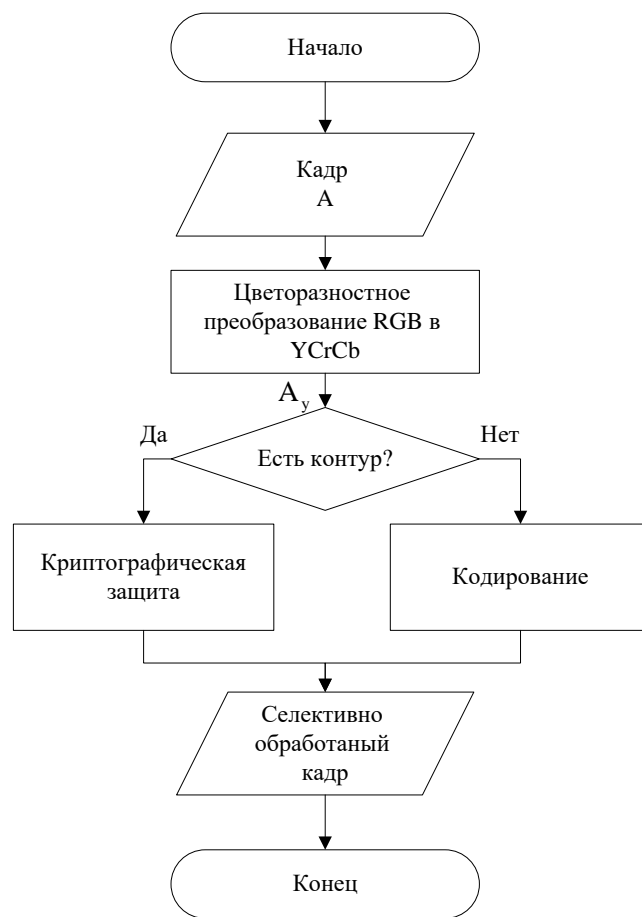


Рис. 1. Общая схема селективной обработки данных на основе выявления контурной информации

Селекция значимой информации на этапе цветоразностного преобразования позволит не тратить время на ее кодирование, что значительно уменьшит время  $T_{обр}$  на обработку.

В работе проводятся исследования методов выделения контурной информации, а именно:

- 1) выявление контуров на основе масок (Собела, Прюитта и Робертса);
- 2) выявление контуров при превышении порога (анализ поблочно или по принципу квадрадерева). Принцип работы методов выявления контурной информации с помощью масок хорошо известен и описан в публикациях [10-12].

Метод выявления контурной информации при превышении порога заключается в том, что в блоке определяется максимальный  $y_{v,u}^{max}$  и минимальный  $y_{v,u}^{min}$  элемент в составляющей по яркости, после чего проверяется превышение разницей этих значений порога  $G$ :

$$\begin{cases} y_{v,u}^{max} - y_{v,u}^{min} \geq G, \text{ то } A_y(v, u) \in A_{kon} \Rightarrow F_{kon}^y : A_{kon} \rightarrow \lambda; \\ y_{v,u}^{max} - y_{v,u}^{min} < G, \text{ то } A_y(v, u) \in A_{bk} \Rightarrow F_{bk}^y : A_{bk} \rightarrow E. \end{cases} \quad (1)$$

Здесь  $A_{kon}$  – множество элементов кадра  $A$ , которые складывают контурную информацию;  $A_{bk}$  – множество элементов кадра  $A$ , которые не складывают контурную информацию;  $A_y(v, u)$  – блок яркостной составляющей с координатами  $(v, u)$  по строкам и столбцам соответственно;  $F_{kon}^y$  – функционал, превращающий множество  $A_{kon}$  элементов кадра, которые складывают контурную информацию во множество  $\lambda$  зашифрованных данных за счет использования алгоритма криптографической защиты «Калина». Выбор данного симметричного блочного алгоритма обусловлен принятием его как национального стандарта Украины ДСТУ 7624:2014 «Информационные технологии. Криптографическая защита информации. Алгоритм симметричного блочного преобразования», что дает право использовать данный алгоритм в ведомственных структурах:

$$F_{kon}^y : A_{kon} \rightarrow \lambda;$$

$F_{bk}^y$  – функционал, превращающий множество  $A_{bk}$  элементов кадра, которые не складывают контурную информацию во множество  $E$  закодированных данных за счет использования алгоритмов компрессии:  $F_{bk}^y : A_{bk} \rightarrow E$ .

Во время анализа по принципу квадродерева выполняется общий анализ изображения по правилу (1), после чего уточняется местонахождение контурной информации до блока размером  $8 \times 8$  (рис. 2). В результате данной обработки строится матрица  $Z$  сегментации, которая состоит из "0" и "1".

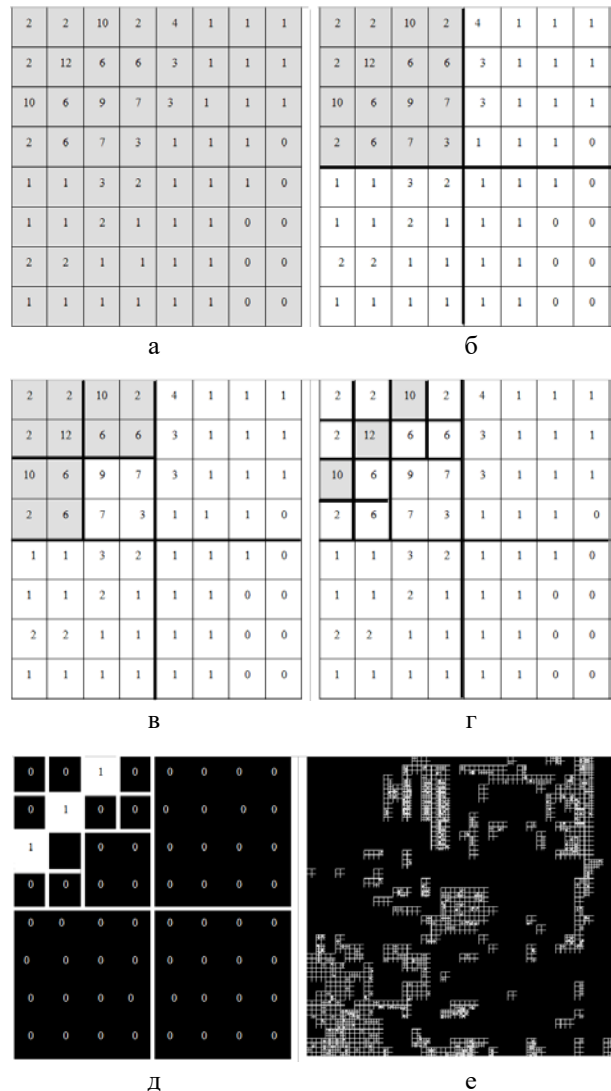


Рис. 2. Процесс определения наличия контурной информации по принципу квадродерева с порогом  $n=7$ : а – шаг 1, общий анализ изображения; уточнение местонахождения контурной информации; б – шаг 2; в – шаг 3; г – шаг 4; д – построение матрицы сегментации; е – программная реализация в среде Matlab

Следует заметить, что координаты "1" совпадают с координатами блока, который идентифицирован как "блок с контурной информацией" (рис. 3) по правилу (1). Данная особенность помогает без дополнительных расчетов отделить блоки, которые следует зашифровать для выполнения условий конфиденциальности, от блоков, которые стоит закодировать для выполнения условий по оперативности передачи данных.

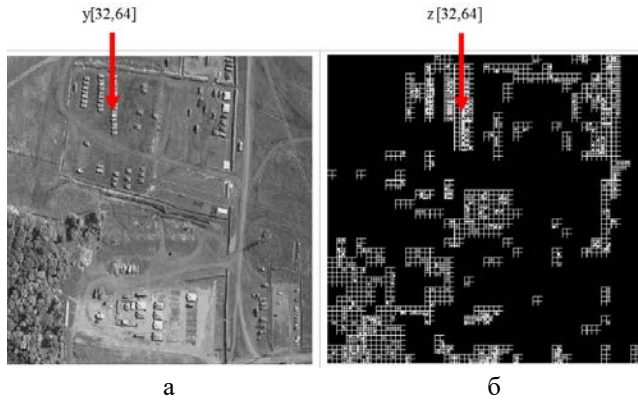


Рис. 3. Визуализация работы программы в среде Matlab: а – составляющая по яркости исходного изображения; б – сегментированное изображение по принципу квадродерева

В случае поблочного анализа кадра изображение изначально разбивается на блоки (в данной работе  $8 \times 8$ ), после чего каждый блок анализируется на превышение порога  $G$ . При превышении порога (1) соответствующий блок шифруют по алгоритму криптографической защиты; блоки, которые не превысили порог, кодируются (рис. 4).

### 3. Выводы

Результаты исследования (рис. 4) показали, что:

- 1) все методы выявления контурной информации справляются с поставленной задачей с близким уровнем качества;
- 2) анализ кадра поблочно позволяет выявить блоки с контурной информацией за время обработки  $T_{обр} = 0.5616$  с, что в 3 раза быстрее, чем ближайший конкурент по скорости – метод выявления контуров с превышением порога при анализе по принципу квадродерева;
- 3) использование метода поблочной обработки кадра в системе селективной обработки в обозри-

мом будущем позволит обеспечить оперативную передачу данных с необходимым уровнем защиты. Решена *актуальная научно-прикладная задача* повышения оперативной передачи защищенной видеоинформации в системе аэромониторинга при активном противодействии противника за счет снижения времени  $T_{обр}$  на обработку данных.

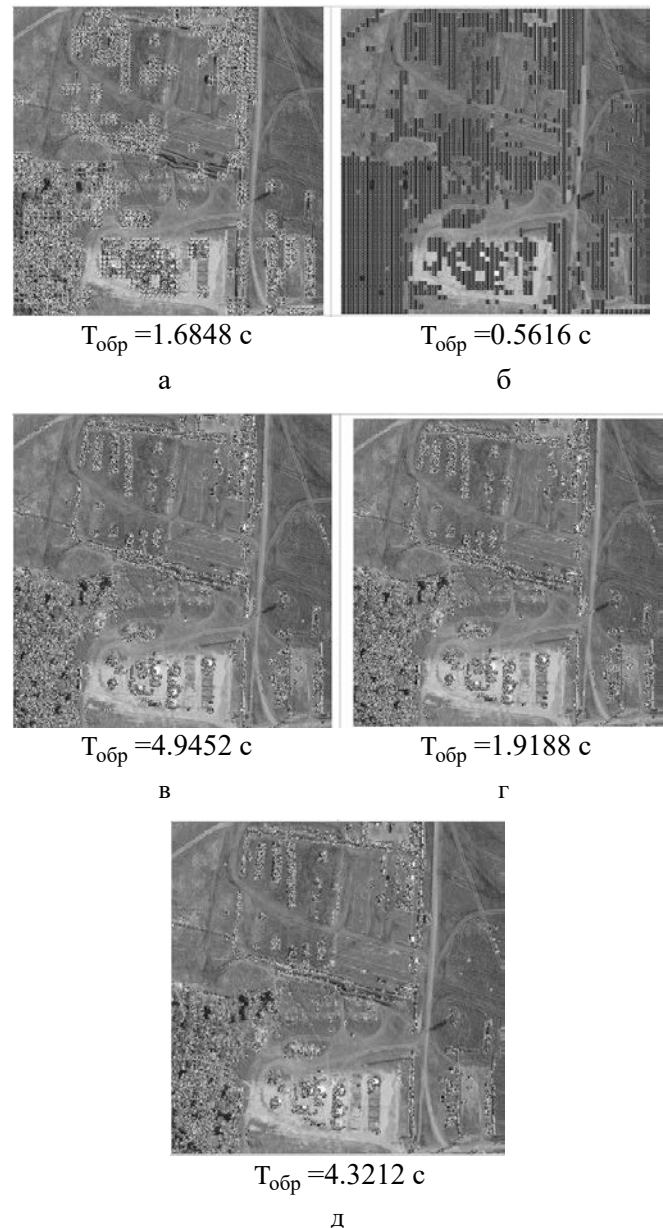


Рис. 4. Вид кадра при несанкционированном доступе со временем селективной кодировки: а – анализ методом квадродерева; б – поблочный анализ с порогом; в – оператором Собела; г – оператором Прюитта; д – оператором Робертса

**Литература:** 1. *Баранник В.В.* Метод повышения информационной безопасности в системах видеомониторинга кризисных ситуаций / В.В. Баранник, Ю.Н. Рябуха, О.С. // Монография. Черкассы, 2015. 143 с. 2. *Баранник В.В.* Модель угроз безопасности видеoinформационного ресурсу систем видеоконференцзв'язку / А.В. Власов, В.В. Баранник, Р.В.Тарнополов // Наукоємні технології. 2014. № 1 (21). С. 55 – 60. 3. *Баранник В.В.* Обоснование значимых угроз безопасности видеoinформационного ресурса систем видеоконференцсвязи профильных систем управления / В.В. Баранник, А.В. Власов, С.А. Сидченко, А.Э. Бекиров // Информационно-управляющие системы на ЖД транспорте. 2014. №3. С. 24 – 31. 4. *Баранник В.В.* Селективный метод шифрування відеопотоку в телекомунікаційних системах на основі приховування базового I-кадру / В.В. Баранник, Д.І. Комолов, Ю.М. Рябуха // Наукоємні технології. №2. 2015. С. 14 - 23. 5. *Barannik V.V.* The model of avalanche-relating effect in the process of images reconstruction in the combined cryptosemantic systems on the polyadic presentation / V.V. Barannik V.V. Larin, S.A. Sidchenko // Наукоємні технології. 2010. № 1(5). С. 68 – 70. 6. *Гаврилов Д.С.* Метод захисту низькочастотних складових в алгоритмі кодування JPEG / Ларин В.В., Комолов Д.С., Ялівець К.В., Гаврилов Д.С. // Системи обробки інформації. 2015. № 9 (134). С. 121 – 123. 7. *Гаврилов Д.С.* Метод забезпечення безпеки відеоінформаційного ресурсу на основі багаторівневої селективної обробки в телекомунікаційних системах / О.Г. Оксіюк, Д.С. Гаврилов, П.М. Гуржій, Б.О. Демідов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. № 1. 2017. С. 46 - 48. 8. *Gavrulov D.* The analysis of template method of video processing./ Larin V., Krasnikov P., Gavrulov D. // Proceedings of 2015 1st International Conference on Advanced Information and Communication Technologies-2015 (AICT'2015), Lviv, Ukraine, October 29 – November 1, 2015. P. 87 – 89. 9. *Ватолин Д.* Методи сжатия данных. Устройство архиваторов, сжатие изображений и видео / Д. Ватолин, А. Рятуньяк, М. Смирнов, В. Юкин // Учебно-справочное издание. М.: ДИАЛОГ – МИФИ, 2003. 384 с. 10. *Гонсалес Р.*, Цифровая обработка изображений / Гонсалес Р., Вудс Р. // М.: Техносфера, 2005. С. 812-850. 11. *Яне Б.* Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2007. С.331-356. 12. *Соффера В.А.* Методы компьютерной обработки изображений. М.: Физматлит, 2003. С. 192-203.

#### **Transliterated bibliography:**

1. *Barannik V.V.* Metod povysheniya informacionnoj bezopasnosti v sistemah videomonitoringa krizisnyh situacij / V.V. Barannik, Ju.N. Rjabuha, O.S. // Monografija. Cherkassy, 2015. 143 s. 2. *Barannik V.V.* Model' zagroz bezpeki videoinformacionnogo resursu sistem videokonferenczvjazku / A.V. Vlasov, V.V. Barannik, R.V.Tarnopolov // Naukoemni tehnologii. 2014. # 1 (21). S. 55 – 60. 3. *Barannik V.V.* Obosnovanie znachimyh ugroz bezopasnosti video-informacionnogo resursa sistem videokonferencsvjazi profil'nyh sistem upravlenija / V.V. Barannik, A.V. Vlasov, S.A.Sidchenko, A.Je.Bekirov // Informacionno-upravljajushhie sistemy na ZhD transporte. 2014. #3. S. 24 – 31. 4. *Barannik V.V.* Selektivnij metod shif-ruvannja videopotiku v telekomunikacijnih sistemah na osnovi prihovuvannja bazovogo I-kadru / V.V. Barannik, D.I. Komolov, Ju.M. Rjabuha // Naukoemni tehnologii. #2. 2015. S. 14 - 23. 5. *Barannik V.V.* The model of avalanche-relating effect in the process of images reconstruction in the combined cryptosemantic systems on the polyadic presentation / V.V. Barannik V.V. Larin, S.A. Sidchenko // Наукоємні технології. 2010. № 1(5). С. 68 – 70. 6. *Gavrulov D.S.* Metod zahistu nizkочастотних складових в алгоритмі кодування JPEG / Larin V.V., Komolov D.S., Yalivets

K.V., Gavrulov D.S. // Sistemi obrobki informatsiyi. 2015. № 9 (134). S. 121 – 123. 7. *Gavrulov D.S.* Metod zabezpechennya bezpeki videoinformatsiynogo resursu na osnovi bagatorivnevoyi selektivnoyi obrobki v telekomunikatsiynih sistemah / O.G. Oksiyuk, D.S. Gavrulov, P.M. Gurzhiy, B.O. Demidov // Nauka i tehnika Povitryanih Sil Zbroynih Sil Ukraini. № 1. 2017. S. 46 - 48. 8. *Gavrulov D.* The analysis of template method of video processing./ Larin V., Krasnikov P., Gavrulov D. // Proceedings of 2015 1st International Conference on Advanced Information and Communication Technologies-2015 (AICT'2015), Lviv, Ukraine, October 29 – November 1, 2015. P. 87 – 89. 9. *Vatolin D.* Metody szhatija dannyh. Ustrojstvo arhivatorov, szhatie izobrazhenij i video / D. Vatolin, A. Rjatushnjak, M. Smirnov, V. Jukin // Uchebno-spravocnoe izdanie. M.: DIALOG – MIFI, 2003. 384s. 10. *Gonsales R.* Cifrovaja obrabotka izobrazhenij / Gonsales R., Vuds R. // M.: Tehnosfera, 2005. S. 812-850 11. *Jane B.* Cifrovaja obrabotka izobrazhenij. M.: Tehnosfera, 2007.S.331-356. 12. *Sojfera V.A.* Metody komp'juternoj obrabotki izobrazhenij. M.: Fizmatlit, 2003. S.192-203.

Поступила в редколлегию 16.04.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Баранник В.В.

**Гаврилов Дмитрий Сергеевич**, курсант Харьковского национального университета Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Научные интересы: системы, технологии преобразования, кодирование, криптографическая защита. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79, тел. 8 066-2290463.

**Фустий Вадим Сергеевич**, курсант Харьковского национального университета Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Научные интересы: системы, нейронные сети, семантическая обработка изображений. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79.

**Поддубный Богдан Александрович**, курсант Харьковского национального университета Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79.

**Дрозд Константин Анатольевич**, курсант Харьковского национального университета Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79.

**Жуйков Дмитрий Борисович**, канд. техн. наук, доц., зам. декана факультета Харьковского национального университета Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба. Адрес: Украина, 61023, Харьков, ул. Сумская, 77/79.

**Havrylov Dmytro Serhiiovych**, cadet Kharkiv National University of Aircraft of the name of Ivan Kozhedub. Scientific interests: systems, technologies of transformation, encoding, cryptographic protection. Address: Ukraine, 61023, Kharkiv, Sumskaya street, 77/79, tel. 8 066-2290463. E-mail: havrylov\_d@ukr.net.

**Fustii Vadym Serhiiovych**, cadet Kharkiv National University of Aircraft of the name of Ivan Kozhedub. Scientific interests: systems, neural networks, semantic processing of images. Address: Ukraine, 61023, Kharkiv, Sumskaya street, 77/79.

**Piddubnyi Bohdan Oleksandrovich**, cadet Kharkiv National University of Aircraft of the name of Ivan Kozhedub. Address: Ukraine, 61023, Kharkiv, Sumskaya street, 77/79.

**Drozdy Konstantyn Anatoliiovych**, cadet Kharkiv National University of Aircraft of the name of Ivan Kozhedub. Address: Ukraine, 61023, Kharkiv, Sumskaya street, 77/79.

**Zhuikov Dmitry Borisovich**, PhD, Deputy Dean of the Faculty, Kharkov National Air Force University named after Ivan Kozhedub. Address: Ukraine, 61023, Kharkiv, Sumskaya street, 77/79.