

УДК 621.397.2+621.396.96+681.5

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАЗДЕЛЕНИЯ ВИДЕОПОТОКОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В БОРТОВЫХ СИСТЕМАХ ВИДЕОКОНТРОЛЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

ДМИТРИЕВ В. Т., ПИСАКА П. С., ГРИБКО К. В., АЛЕКСЕНКО С. О.

*Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина  
(г. Рязань, Российская Федерация)*

*E-mail: [so.aleksenko@gmail.com](mailto:so.aleksenko@gmail.com)*

**Аннотация.** В данной работе предложен алгоритм разделения видеопотоков для применения в бортовой системе видеоконтроля. Предложенный алгоритм реализует разделения группового сигнала на независимые видеопотоки, учитывая идентификационные номера камер видео фиксации, а также механизм распознавания и запоминания ошибок.

**Abstract.** In this paper, we propose an algorithm for separating video streams for use in an onboard video monitoring system. The proposed algorithm implements the division of a group signal into independent video streams, taking into account the identification numbers of the video recording cameras. The proposed algorithm implements a mechanism for recognizing and storing errors.

### Введение

В состав бортовой системы видеоконтроля (БСВК), используемой при испытаниях и эксплуатации сложных технических объектов, входит до 4 камер видеофиксации. Каждая из камер осуществляет независимую запись процессов, протекающих на внешней стороне борта изделия. В ходе процедуры формирования группового телеметрического кадра и радиосигнала, передаваемого на наземные приемные станции, видеопотоки объединяются в единую структуру [1]. Поскольку от БСВК видеосигнал поступает в групповом виде, т.е. несколько видеопотоков передаются единым сигналом, необходима разработка и реализация алгоритма разделения видеопотоков (АРВП).

### Основная часть

Назначение АРВП – идентификация и разделение видеопотоков группового сигнала. В процессе работы разрабатываемого АРВП должен быть сформирован набор данных, содержащий множество независимых видеопотоков, соответствующих информации, сформированной камерами видеофиксации.

Рассматриваемая бортовая система видеоконтроля предназначена для:

- видеофиксации цветного изображения с борта изделий в реальном масштабе времени при помощи видеокамер в количестве до четырех штук;
- кодирования видеоинформации для повышения помехоустойчивости передачи;
- временного хранения видеоданных в оперативном запоминающем устройстве, входящем в состав БСВК;
- приема внешних команд управления напряжением питания системы и сброса бортового времени, а также выдачи ответных сигналов и сообщений;
- формирования выходного видеопотока и передачи на приемно-регистрирующую станцию в дециметровом диапазоне [1].

Рассматриваемая в данной работе БСВК обеспечивает передачу видеоинформации по радиоканалу с применением фазовой манипуляции несущей частоты [2]. Передающее устройство системы видеоконтроля осуществляет передачу радиосигнала в дециметровом частотном диапазоне. Видеокамеры (ВК), входящие в состав БСВК обеспечивает видеосъемку в

реальном масштабе времени в формате MJPEG. При этом, в состав системы может входить до четырех ВК.

На рисунке 1 представлена структурная схема, отражающая состав системы видеоконтроля и особенности взаимодействия её составных частей.



Рис. 1. Обобщенная структурная схема взаимодействия составных частей БСВК

В соответствии с рисунком 1, БСВК объединяет видеопоследовательности, зафиксированные с помощью ВК, в единую группу и передает групповой видеопоток на систему формирования и передачи единого носителя телеметрической информации (ТМИ). Далее сформированный на борту изделия сигнал передается в составе единого носителя ТМИ к наземной принимающей радиостанции (НПРС) по радиоканалу. НПРС осуществляет формирование из принятого сигнала сетевых пакетов, которые направляются к наземному технологическому оборудованию БСВК, где проводится декодирование, обработка и непосредственное отображение видеоинформации [3].

В ходе обработки, осуществляемой алгоритмом приема телеметрического радиосигнала, осуществляется декодирование информации и выделение служебной информации. Далее сигнал видеоинформации передается, при необходимости, смежным системам отображения или передачи видеоинформации. Функциональная схема разработанного алгоритма приема телеметрического радиосигнала предназначенного для передачи видеоинформации приведена на рисунке 2.

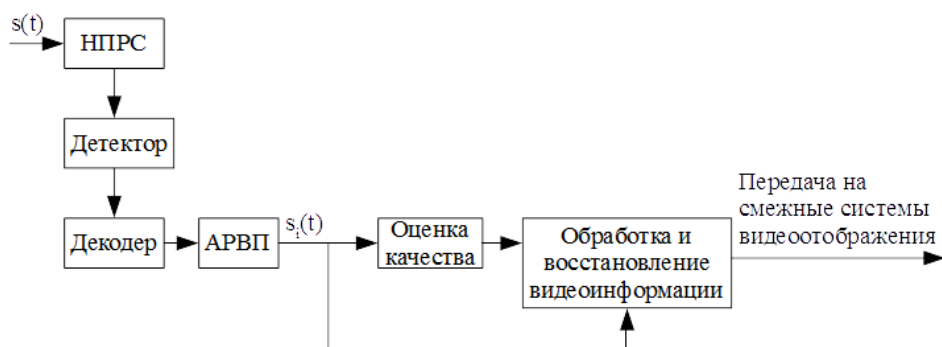


Рис. 2. Функциональная схема алгоритма приема телеметрического радиосигнала

Согласно схеме, приведенной на рисунке 2, на вход алгоритма приема телеметрического радиосигнала поступает телеметрический сигнал  $s(t)$ , содержащий видеоинформацию. Сигнал с борта принимается оборудованием НПРС, далее сигнал от НПРС поступает на детектор сигнала. В декодере осуществляется декодирование сигнала и извлечение из сигнала служебной телеметрической информации, используемой для количественной оценки состояния изделия.

Алгоритм разделения видеопотоков (АРВП) осуществляет разделение единого потока информации на несколько независимых видеопотоков  $s_i(t)$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ , где  $N$  - число видеопотоков. В блоке оценки качества с помощью алгоритма многокритериальной оценки качества видеoinформации (МОКВ) определяется качество видеoinформации [4]. На основе произведенных расчетов оценки качества видеoinформации осуществляется обработка и восстановление видеoinформации. По окончании работы, алгоритм приема телеметрического радиосигнала выдает декодированную видеoinформацию на смежные системы отображения видеoinформации.

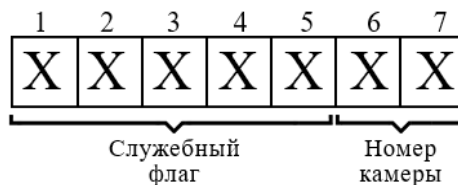
Каждая камера видеофиксации, входящая в состав БСВК оснащена уникальным идентификационным номером, позволяющим на приемной стороне определить принадлежность каждого отдельного видеопотока определенной камере. Идентификационный номер камеры (ИНК) имеет строго определенный вид и записывается в виде семизначного числа. В структуре кадра БСВК определены позиции, в которых размещается ИНК. Идентификационный номер присваивается каждой камере в процессе её изготовления.

Таким образом, для идентификации и разделения видеопотоков в процессе обработки сигнала необходимо использовать детектор ИНК. Детектор ИНК выполняет функцию выделения значения ИНК из потока телеметрической информации, что может быть описано как:

$$D_{ИНК} = \begin{cases} 1, & s(t) \times K_{ИНК} = ИНК \\ 0, & s(t) \times K_{ИНК} \neq ИНК \end{cases} \quad (1)$$

где  $s(t)$  – сигнал БСВК;  $K_{ИНК}$  – константа, используемая для выделения ИНК.

На рисунке 3 показана поразрядная структура ИНК.



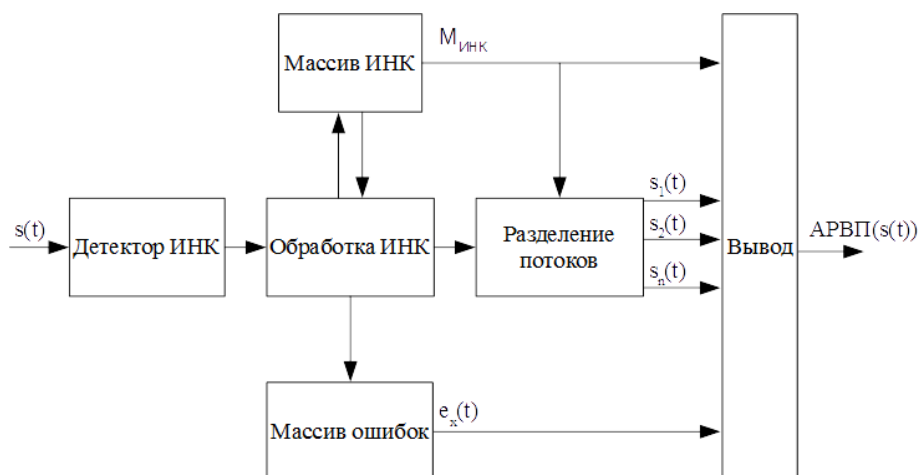
**Рис. 3.** Структура идентификационного номера камеры

В соответствии с рисунком 3, старшие 5 разрядов семизрядного числа, соответствующего ИНК, используются в качестве служебного флага для идентификации поля номера камеры в телеметрическом кадре. Эти разряды строго определены технической и эксплуатационной документацией для каждого конкретного изделия и заведомо известны. Младшие 2 разряда определяют непосредственно номер камеры. В процессе идентификации и разделения видеопотоков необходимо использовать массив идентификационных номеров камер, для записи в ОЗУ принимаемых значений. В ходе формирования массива ИНК должна быть сформирована матрица  $M_{ИНК}$  размером  $N \times 2$ , где  $N$  – количество камер, используемых для формирования группового сигнала. Матрица  $M_{ИНК}$  должна содержать ИНК принимаемых видеопотоков и присеваемые в ходе работы алгоритма условные номера видеопотоков.

В процессе разделения видеопотоков могут возникать ошибки, что обусловлено наличием помех в канале передачи информации и сбоев в системе формирования и передачи группового телеметрического сигнала. Каждая ошибка фиксируется на приемной стороне, для чего используется массив ошибок.

В ходе реализации АРВП групповой сигнал  $s(t)$  должен быть разделен на  $N$  независимых сигналов, соответствующих видеопотокам, сформированным камерами видеофиксации. При этом каждому сигналу должен быть присвоен условный номер видеопотока.

На рисунке 4 представлена функциональная схема предлагаемого алгоритма разделения видеопотоков.



**Рис. 4.** Функциональная схема алгоритма разделения видеопотоков

Здесь ИНК – идентификационный номер камеры;  $s(t)$  – групповой видеопоток;  $e_x$  – сигнал ошибки;  $M_{\text{ИНК}}$  – матрица размером  $N \times 2$ , где  $N$  – количество камер видеофиксации;  $s_1(t), s_2(t), s_n(t)$  – разделенные видеопотоки;  $1, 2, \dots, n$  – условные номера видеопотоков, каждый из которых соответствует определённому идентификационному номеру камеры.

Массив ИНК представляет собой набор данных  $M_{\text{ИНК}}(\text{ИНК}, \text{УН})$ , где ИНК – идентификационный номер камеры, УН – соответствующий ему условный номер видеопотока. Данный набор данных хранится в оперативной памяти устройства.

Массив ошибок представляет собой набор данных, передаваемый алгоритму обнаружения ошибок. Массив ошибок должен храниться в ОЗУ устройства в виде набора значений.

Таким образом, в результате применения разработанного АРВП формируется информация, содержащая набор данных, содержащий набор независимых видеопотоков, массив ИНК и массив ошибок. В общем виде это может быть описано следующим выражением:

$$APBP(s(t)) = \begin{cases} s_1(t), s_2(t), \dots, s_n(t) \\ M_{\text{ИНК}}(\text{ИНК}, \text{УН}) \end{cases} \quad (2)$$

### Заключение

Таким образом, в работе предложена структурная схема и разработан алгоритм разделения видеопотоков. Реализовано разделение группового телеметрического сигнала на  $N$  независимых сигналов, соответствующих видеопотокам, сформированным камерами видеофиксации. Реализован механизм распознавания и запоминания ошибок.

### Список используемых источников

1. Вылекжанин К.И. Бортовая система видеоконтроля для РН «Союз-2» – БСВК // Сборник трудов VIII Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы ракетно-космического приборостроения и информационных технологий»: 16-18 октября. 2016: АО «Российские космические системы», Москва, 2016, с. 446-450.
2. Кириллов, С. Н. Анализ перспективных методов кодирования манипуляции группового телеметрического сигнала в современных бортовых системах видеоконтроля / С. Н. Кириллов, П. С. Писака, С. О. Алексенко // Применение технологий виртуальной реальности и смежных информационных систем в междисциплинарных задачах FIT-M 2020 : Сборник тезисов международной научной конференции, Москва, 17–19 декабря 2020 года. – Москва: Издательство "Знание-М", 2020. – С. 44-48.
3. Алексенко, С. О. Применение четырехпозиционной фазовой манипуляции со сдвигом квадратур в бортовых радиотелеметрических системах видеоконтроля / С. О. Алексенко // Проблемы повышения эффективности научной работы в оборонно-промышленном комплексе России : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Знаменск, 15–16 апреля 2021 года / Астраханский государственный университет. – Астрахань: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный университет», 2021. – С. 44-47.
4. Дмитриев, В. Т. Применение неэталонных метрик для оценки качества видеоинформации / В. Т. Дмитриев, С. О. Алексенко // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2022 : Сборник трудов V Международного научно-технического форума. В 10-ти томах, Рязань, 02–04 марта 2022 года / Под общей редакцией О.В. Милваторова. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2022. – С. 183-186.

**УДК 004.42:655.26**