

УДК 621.38

В. Г. Абакумов, д-р техн. наук,
О. М. Прядко, канд. техн. наук

МЕТОДИ І ЗАСОБИ РЕЄСТРАЦІЇ ВІДЕОІНФОРМАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЧИХ ВИПРОБУВАННЯХ ТА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

Анотація. Розглянуто класифікацію методів і засобів реєстрації відеоінформації в залежності від призначення та методів вирішення різних задач у виробництві та при наукових дослідженнях. Розглянуто послідовність операцій оброблення сигналів у системах відеореєстрації.

Ключові слова: відеореєстрація, відеоінформація, інформаційне поле, підсистеми оброблення сигналів, фотоприймачі, аналіз зображення

V. Abakumov, ScD.,
A. Pryadko, PhD.

METHOD AND TOOLS OF REGISTRATION OF VIDEO INFORMATION FOR PRODUCTION TRIALS AND SCIENTIFIC RESEARCHES

Abstract. The classification of methods and means of video information registration is given. The classification is made according to methods of solution different problems in industry and scientific researches. Systems of video processing are described. The sequence of the signals in the video registration systems is considered.

Keywords: video registration, video information, information field, subsystem of signal processing, photodetectors, image analysis

В. Г. Абакумов, д-р техн. наук,
А. М. Прядко, канд. техн. наук

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА РЕГИСТРАЦИИ ВИДЕОИНФОРМАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЯХ И НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Аннотация. Рассмотрена классификация методов и средств регистрации видеоинформации в зависимости от назначения и методов решения различных задач в производстве и при научных исследованиях. Приведены системы обработки видеоданных. Рассмотрена последовательность прохождения сигналов в системах видеорегистрации.

Ключевые слова: видеорегистрация, видеоинформация, информационное поле, подсистемы обработки сигналов, фотоприемники, анализ изображения

Вступ

Відеореєстраційні системи сьогодні знаходять широке застосування при вирішенні різних виробничих і спеціальних завдань та в наукових дослідженнях. Спостереження за об'єктами, що знаходяться в полі зору відеореєстраційної системи, вимірювання параметрів та їх дистанційний контроль, кодування кольорових і чорно-білих штрихових і напівтонових зображень – ось далеко не повний перелік функцій, які виконуються такими відеозасобами.

Незалежно від призначення методів і засобів відеореєстрації, інформація з отриманих зображень дозволяє виконати аналіз кількісних та якісних характеристик, як самого об'єкта реєстрації так і спектрального складу випромінювання, що потрапляє на світлочутливий елемент.

Достовірна оцінка ситуації на підставі аналізу відеозображення та відеосигналів можлива при правильній організації режиму перетворення оптичних сигналів в електричні, при застосуванні методів оптимальної обробки електричних сигналів з урахуванням статистичних характеристик шумів і методів аналізу відеоінформації.

Інформація, що отримується за допомогою таких систем, може бути використана для виявлення змін на

об'єкті, для управління технологічними процесами, для управління об'єктами або з іншою метою.

Класифікація відеореєстраційних засобів

Відеореєстраційні засоби в залежності від призначення та методів вирішення тих чи інших задач можливо розділити на кілька узагальнюючих класів. Така класифікація досить корисна, оскільки вона дозволяє вибрати конкретний засіб відеореєстрації в залежності від поставлених завдань, від особливостей об'єкту реєстрації, його освітлення, від вимог щодо конструктивних характеристик відеозасобів та можливостей системної обробки інформації. Відповідно з класифікацією, в основу якої покладено вирішення того чи іншого класу задач, виділяються наступні методи та засоби відеореєстрації:

- з різною частотою кадрозмін (реєстрація швидкоплинних та розтягнутих в часі процесів);
- з різним масштабом;
- в різних умовах та середовищах;
- при спеціальному освітленні та в різних діапазонах оптичного випромінювання;
- спеціалізовані аналітично-вимірювальні.

Відповідно запропонованої класифікації до класу методів і засобів реєстрації відеоінформації з різною частотою кадрозмін входять прискорені, швидкісні, високошвидкісні, надшвидкісні, уповільнені та покад-

рово-інтервальні (цейтраферні) системи реєстрації. Сюди ж відносять синхронно-синфазні системи реєстрації процесів та зображень з різних видів систем відображення. До класу відеореєстрації інформації в різних середовищах входять аерокосмічні, підводні системи та системи реєстрації оптичних неоднорідностей. Ультрафіолетове, інфрачервоне, рентгенівське випромінювання, поляризоване світло потребують розробки специфічних методів та засобів відеореєстрації [1 – 3]. Окрема група – це системи відеореєстрації в медицині. Макроскопія, мікроскопія, стереоскопічні та аналітично-вимірjuвальні методи та засоби дозволяють виконати кількісний і якісний аналіз характеристик різногабаритних досліджуваних об'єктів [4 – 6].

Приведені в класифікації методи і засоби реєстрації відеоінформації використовують цілий ряд процедур обробки отриманих електричних сигналів.

Необхідні процедури, як підсистеми аналізу отриманих даних різної складності, наведено на рис. 1: підсистема відображення інформаційного поля на екрані дисплея – 1; підсистема спостереження, візуального контролю та навчання – 2; підсистема вимірювання параметрів – 3; підсистема класифікації та виділення елементів інформаційного поля – 4; підсистема комплексної оцінки зареєстрованих параметрів інформаційного поля – 5. Приведені підсистеми характеризуються різним рівнем складності процедур обробки сигналів. В системах реєстрації відеоінформації може бути реалізована комбінація процедур, тобто виконано поєднання кількох підсистем обробки і аналізу сигналів.



Рис. 1. Підсистеми аналізу отриманої відеоінформації

Проходження та перетворення сигналів

Послідовність проходження та перетворення сигналів в системах відеореєстрації в загальному вигляді наступна:

$$L(x, y, \lambda, t) \rightarrow E(x, y, \lambda, t) \rightarrow u(t) \rightarrow P(x, y, \lambda, t) \rightarrow L_o(x, y, \lambda, t).$$

В цій послідовності операцій: $L(x, y, \lambda, t)$ – функція розподілу яскравості певного спектрального складу λ в координатах x, y інформаційного поля, тобто на досліджуваному об'єкті в динаміці (світло-оптичний сигнал); $E(x, y, \lambda, t)$ – функція розподілу освітленості в зображенні; $u(t)$ – сукупність отриманих електричних сигналів в межах проміжку часу t ; $P(x, y, \lambda, t)$ – сукупність зареєстрованих параметрів інформаційного поля; $L_o(x, y, \lambda, t)$ – розподіл яскравості в отриманому зображенні на екрані дисплея. При реєстрації об'ємного інформаційного поля $L(x, y, z, \lambda, t)$ необхідно враховувати третю координату z . Для отримання цієї координати потрібно задіяти паралельно ще одну, або навіть дві синхронно-синфазно працюючі системи відеореєстрації, тобто створити мінімум двоканальну систему (рис. 2).

Запропонована структура системи відеореєстрації включає: 1-1 – оптичний блок каналу « x, y, λ, t »; 1-2 – оптичний блок каналу « x, z, λ, t »; 2 – блок світлофільтрів; 3 – блок перетворення світлооптичних сигналів в електричні; 4 – блок обробки зареєстрованих параметрів; 5 – вихідний інтерфейс; 6 – блок формування відеосигналу; 7 – блок візуалізації зареєстрованого інформаційного поля $L_o(x, y, \lambda, t)$.

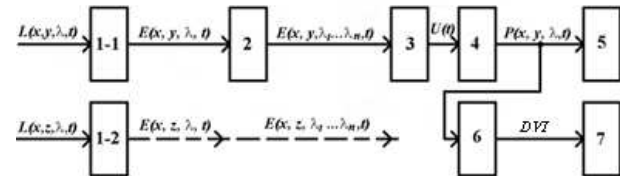


Рис. 2. Послідовність проходження та перетворення сигналів в системах відеореєстрації

В системах відеореєстрації об'єктом дослідження є сукупність параметрів інформаційного поля та його зображення. Першими ланками в структурі засобів відеореєстрації, є оптичний блок та блок світлофільтрів, які формують зображення на світлочутливих елементах (одному чи кількох) [7]. Оптична ланка не тільки формує зображення, але й здійснює розділення світло-оптичних сигналів на складові, які мають відповідні властивості. Найчастіше розділення світло-оптичних сигналів здійснюється за спектральним складом. Сучасні засоби відеореєстрації можуть використовувати відеокамери, в яких застосовується принцип ділення спектра на три складові (F_R, F_G, F_B) за допомогою призми або дихроїчних дзеркал. Такий стандартизований варіант з одного боку забезпечує доступ до вже відомих методів обробки відеосигналів, а з іншого – може бути недостатнім для виконання завдань по більш точній фільтрації і оцінці спектральних світло-оптичних складових у відеосигналі [8]. В таких випадках доцільно застосовувати багатозональну реєстрацію на різних довжинах хвиль оптичного випромінювання $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ одного і того ж інформаційного поля. Спектральні характеристики (τ – коефіцієнт пропускання) для п'яти зонального блоку вузькосмугових інтерференційних світлофільтрів приведено на рис. 3.

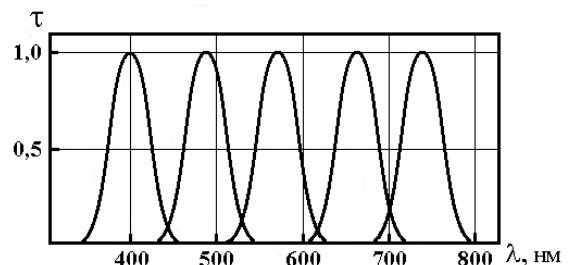


Рис. 3. Характеристики пропускання п'яти зональних світлофільтрів

Важливе значення в структурі засобів відеореєстрації мають електронно-оптичні перетворювачі та електронно-оптичні підсилювачі зображень. Електронно-оптичні перетворювачі забезпечують перенесення зображення з однієї спектральної області в ін-

шу: з інфрачервоної або ультрафіолетової у видиму, візуалізацію рентгенівських випромінювань, підсилення яскравості зображення.

Всі методи засоби реєстрації відеоінформації об'єднує процедура перетворення оптичних сигналів в електричні відеосигнали, яке здійснюється за допомогою світлочутливих елементів спеціалізованих відеозасобів та відеокамер. В якості таких світлочутливих елементів використовуються фотоелементи, фотоелектронні підсилювачі, електронно-оптичні підсилювачі, фотодіоди, фототранзистори, телевізійні трубки різних типів (відікони, плюмбікони, н'ювікони та ін.), світлочутливі CCD- і CMOS-матриці та їх різновиди. Як допоміжні засоби первинної реєстрації відеоінформації можуть бути використані кінокамери, фотокамери, в яких оптичні сигнали спочатку реєструються на кіно- чи фотоплівках, на фотопластинках та фотопері, і тільки потім, шляхом фотоелектричного сканування отриманих зображень з відповідних фізичних носіїв здійснюється їх трансформація в електричні відеосигнали. Вибір конкретного типу фотоприймача проводиться за умови забезпечення достатньої чутливості системи відеореєстрації при відомих (точно або наближено) характеристиках інформаційного поля. При цьому необхідно забезпечити узгодження спектральних характеристик фотоприймачів із спектральними характеристиками випромінювання. Важливе значення при виборі фотоприймача мають його експлуатаційні характеристики (наявність високої напруги живлення, чутливість до впливу зовнішніх електромагнітних полів, габарити, масу, зручність управління), хоча першочерговою вимогою є узгодження фотоприймачів з джерелами випромінювання, яке дозволяє отримати максимальне перевищення корисного сигналу над шумом.

Функція передачі модуляції світло-оптичного сигналу визначає такі характеристики оптичного блоку, блоку світлофільтрів та блоку фотоприймача, як роздільна здатність та передача контрасту. Роздільна здатність цих ланок системи відеореєстрації дозволяє розрізняти дрібні деталі інформаційного поля, а контраст визначає крутизну перехідної характеристики, яка має вирішальне значення при виділенні контурів та меж окремих фрагментів та об'єктів.

При дослідженні об'єктів, для яких вірогідність розподілу інформації по градаціях яскравості (контрасту) і елементах простору (просторова дискретність) однакові і цінність градаційної і просторово-частотної інформації також приблизно однакова, критерієм для оптимізації або вибору системи може служити умова забезпечення реєстрації максимальної кількості інформації.

Оброблення відповідних оптико-електричних сигналів, передбачає внесення в отримане зображення деяких змін у порівнянні з оригіналом (збільшення контрасту дрібних деталей зображення, забарвлення деталей зображення в умовні кольори, перерозподіл градацій яскравості в зображенні та ін.) [9 – 10]. Оброблення сигналів зображення досить часто використовується в системах аналізу зображень як етап, що передує самій процедурі аналізу. Наприклад, в системах аналізу інтерференційних картин, зображення на півтонової

інтерференційної картини перетворюють у двійкове зображення координат інтерференційних смуг.

Аналіз зображення передбачає вивчення окремих характеристик, складових частин, фрагментів або окремих об'єктів у полі отриманого зображення. У ряді випадків результат аналізу є кінцевою метою. Наприклад, у вимірювальних системах реєстрації відеоінформації, таким результатом є отримання функції розподілу об'єктів за розмірами, визначення координат і геометричних параметрів, підрахунок кількості об'єктів в інформаційному полі та їх класифікація, кодування візуально-графічної інформації (технологічний контроль деталей, аналіз графіків, вимірювання розмірів клітин в цитології і т.п.). В інших випадках аналіз може бути лише вихідною процедурою для формування ознак (системи розпізнавання зорових образів, робототехнічні системи та ін.). Кінцевим результатом такого аналізу може бути розпізнавання або класифікація об'єктів чи зображень в цілому.

Обробка вихідних електричних сигналів фотоприймачів здійснюється одночасно з їх підсиленням. Зазвичай рівень цих сигналів невеликий і перевищення корисного сигналу над рівнем шумів і завад невелике. Це робить недоцільним широкосмугове лінійне підсилення вихідних сигналів фотоприймачів, оскільки при цьому погіршується відношення корисного сигналу до шуму. Вибір режиму роботи і частотних характеристик підсилювального тракту системи відеореєстрації необхідно проводити з урахуванням характеристик корисного сигналу і статистичних властивостей супутніх шумів.

Для отримання високих точнісних характеристик систем відеореєстрації доцільно серед численних методів оцінки кожного параметра вибрати оптимальний (в сенсі мінімуму дисперсії оцінки) по відношенню до даного сигналу і до оцінюваного параметру. Отримання оцінок супроводжується поданням значень параметрів у цифровій або аналоговій формі. Тільки після аналізу кількісної інформації в зображеннях об'єктів, явищ або процесів отримують необхідні результати дослідження.

Висновки

Запропонована класифікація дозволяє вибрати конкретний засіб відеореєстрації в залежності від поставлених завдань, від особливостей об'єкту реєстрації, його освітлення, від вимог щодо конструктивних особливостей відеозасобів та можливостей системної обробки інформації.

Наведений короткий розгляд основних процедур перетворення сигналів в системах відеореєстрації дозволяє зробити висновок про те, що при однаковій структурі системи відеореєстрації можуть бути отримані різні показники точності, надійності функціонування та достовірності отриманої інформації в залежності від обраних режимів перетворення сигналів. Області робочих режимів функціональних блоків системи відеореєстрації, при реалізації яких названі параметри будуть прагнути до потенційно граничних значень, забезпечують максимальне (або прийнятне, що піддається кількісній оцінці) наближення до реальних показників.

Список використаної літератури

1. Прядко А. Съёмка в ультрафиолетовых лучах и в света фотолуминесценции [Текст] / А. Прядко // Телерадіокур'єр. – К. : – 2011. – № 4. – С. 44 – 50.

2. Прядко А. Съёмка в инфракрасном диапазоне излучений [Текст] / А. Прядко // Телерадіокур'єр. – К. : – 2012. – № 1. – С. 86 – 90.

3. Прядко А. Поляризация света и поляризационные светофильтры [Текст] / А. Прядко // Телерадіокур'єр. – К. : – 2009. – № 4. – С. 86 – 93.

4. Прядко А. Макросъёмка. [Текст] / А. Прядко // Телерадіокур'єр. – К. : – 2011. – Ч. 1. – № 2. – С. 46 – 49.

5. Прядко А. Макросъёмка. Ч.2 [Текст] / А. Прядко // Телерадіокур'єр. – К. : – 2011. – № 3. – С. 72 – 74.

6. Прядко О. М. Дослідження використання способів вимірювальної кіно-відеозйомки [Текст] / О. М. Прядко, О. Я. Гордієнко, Т. О. Нестеренко // Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності: науково-практична конференція. – К. : НАУ. – 2014. – С. 65 – 66.

7. Абакумов В. Осветительные и съёмочные светофильтры [Текст] / В. Абакумов, А. Прядко, К. Трапезон // ТВ технологии. – К. : – 2010. – № 2. – С. 3 – 25.

8. Абакумов В. Г. Дешифрование и индексация цифровых изображений в системах многозонального зондирования [Текст] / В. Г. Абакумов, С. Г. Антошук, Кан Амаду, Е. Ю. Ломакіна, П. В. Попович // Современные информационные и электронные технологии: 10-я международная научно-практическая конференция. – Одесса, 2009. – 55 с.

9. Абакумов В. Г. Способ улучшения качества видеоконтента по критерию качества результирующего изображения [Текст] / В. Г. Абакумов, П. В. Попович // Электротехнические и компьютерные системы. – Одесса : – 2015. – № 17(93). – С. 74 – 79.

10. Pinchuk L., Pryadko A., Gumen T., and Trapezon K., (2014), Approaches to the Elimination of Defects of Visual Information, *International Conference "Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications, and Computer Science" TCSET'2014 Publ.*, Lviv-Slavske, pp. 652 – 653.

Отримано 14.05.2015

References

1. Pryadko A. Zyemka v ultraphioletovykh luchakh i v svete photoluminestsentsii [Shooting in the Ultraviolet Rays and in Light of Photoluminescence], (2011), *Teleradiokurier Publ.*, Kiev, Ukraine, No. 4. pp. 44 – 50 (In Russian).

2. Pryadko A. Zyemka v inphrakrasnom diapazone izlucheniy [Shooting in the Infrared Band of Radiation], (2012), *Teleradiokurier Publ.*, Kiev, Ukraine, No. 1. pp. 86 – 90 (In Russian).

3. Pryadko A. Polyarizatsiya sveta i polyarizatsionnye svetophiltry [Light Polarization and Polarizationlight Filters], (2009), *Teleradiokurier Publ.*, Kiev, Ukraine, No. 4. pp. 86 – 93 (In Russian).

4. Pryadko A. Makrozyemka. Ch.1 [Macro-Shooting], (2011), *Teleradiokurier Publ.*, Kiev, Ukraine, No. 2. pp. 46 – 49 (In Russian).

5. Pryadko A. Makrozyemka. Ch.2 [Macro-Shooting], (2011), *Teleradiokurier Publ.*, Kiev, Ukraine, No. 3. pp. 72 – 74 (In Russian).

6. Pryadko O. M., Gordienko O. Y., and Nesterenko N. O. Doslidzennya vykorystannya sposobiv vymiryvalnoi kino-videozyomky [Research of Using of Measuring Cine and Video Shooting Modes], (2014), *Multymediyni Tekhnologii v Osviti ta Inshykh Sferakh Diyalnosti: Naukovo-praktychna Konferentsiya*, Kiev, Ukraine, *NAU Publ.*, pp. 65 – 66 (In Ukrainian).

7. Abakumov V., Pryadko O., and Trapezon K. Osvetitelnye i zyemochnye svetofilytry [Lighting and Shooting Lightfilters], (2010), *TV Technologic Publ.*, Kiev, Ukraine, No. 2, pp. 3 – 25 (In Russian).

8. Abakumov V.G., Antoshuk S.G., Amadu Kan, Lomakina E.U., and Popovych P.V. Deshifrovaniye i indeksatsiya tsifrovyykh izobrazheniy v systemakh mnogozonalnogo zondirovaniya [Decoding and Indexation of Digital Images in Systems of Multiband Sounding], (2009), *Modern Information and Electronic Technologies: 10th International Scientific and Practical Conference*. Odessa, Ukraine, 55 p. (In Russian).

9. Abakumov V.G., and Popovych P.V. Sposob uluchsheniya kachestva videokontenta po kriteriyu kachestva rezultruyushogo izobrazheniya [Way of Video Content Quality Improvement on Criteria of Resulting Esulting Image Quality], (2015), *Electrotechnic and Computer Systems Publ.*, Odessa, Ukraine, No. 17 (93), pp. 74 – 79 (In Russian).

10. Pinchuk L., Pryadko A., Gumen T., and Trapezon K. Approaches to the Elimination of Defects of Visual Information, (2014), *International Conference "Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications, and Computer Science" TCSET'2014 Publ.*, Lviv-Slavske, pp. 652 – 653 (In English).



Абакумов
Валентин Георгійович,
д-р техн. наук, проф. каф. зву-
котехніки і реєстрації інфор-
мації НТУУ «Київський полі-
технічний інститут».
E-mail:
abakumov38@mail.ru



Прядко
Олександр Михайлович,
канд. техн. наук, доцент каф.
звукотехніки і реєстрації інфор-
мації НТУУ «Київський полі-
технічний інститут», доцент
каф. кінотелеоператорства
КНУТКиТ ім. І.К. Карпенка-
Карого.
E-mail:
globalfilm@voliacable.com