

## КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ ТА КОМПОНЕНТИ

УДК 621.3

Л. В. КРУПЕЛЬНИЦЬКИЙ, В. Я. СТЕЙСКАЛ, С. В. БОГОМОЛОВ

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

### РОЗРОБКА ТА МЕТРОЛОГІЧНА АТЕСТАЦІЯ КАНАЛІВ ТОЧНОГО ЧАСУ В АВТОМАТИЗОВАНІЙ СИСТЕМІ ДЛЯ ОФІЦІЙНОГО ТЕЛЕРАДІОМОНІТОРИНГУ

**Анотація.** Проаналізовано функціональне призначення системи офіційного телерадіомоніторингу. Запропоновано оригінальну методику з використанням відеокамери для одночасного знімання зображень індикаторів часу взірцевого приладу і того, який досліджується. Розглянуто підхід, щодо визначення границі допустимих абсолютних похибок у вимірювальних каналах точного часу.

**Ключові слова:** канали точного часу, вимірювальні канали, телерадіомоніторинг, автоматична система, метрологічна атестація.

**Аннотация.** Проанализировано функциональное назначение системы официального телерадиомониторинга. Предложена оригинальная методика с использованием видеокамеры для одновременной съемки изображений индикаторов времени образцового прибора и того, который исследуется. Рассмотрен подход относительно определения границы допустимых абсолютных погрешностей в измерительных каналах точного времени.

**Ключевые слова:** каналы точного времени, телерадиомониторинг, автоматическая система, метрологическая аттестация.

**Abstract.** The functional purpose of the official TV radio monitoring were analyzed. The original technique of using video cameras for simultaneous image capture time indicator exemplary device and what is studied. The approach of designating the permissible absolute error in measuring the exact time channels.

**Keyword:** channels of precise time, measurement channels, TV and radio monitoring, automatic system, metrological certification.

#### Вступ

Система офіційного моніторингу теле-, радіопрограм призначена для багатоканального приймання, вибіркового перегляду, запису і зберігання ефірних, кабельних та супутникових програм телебачення і радіо з метою планового і оперативного контролю відповідності змісту телерадіопрограм Законам України про телерадіомовлення, рекламу та іншим чинним документам, які стосуються діяльності Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення.

В основу розробки моніторингової системи покладено теоретичні та практичні результати досліджень у двох суміжних напрямках інформаційних технологій:

- побудови високопродуктивних багаторозрядних аналого-цифрових перетворювачів з використанням систем числення з ваговою надлишковістю (в тому числі, на основі кодів Фібоначчі та «золотої пропорції») [1,2];
- створення спеціалізованих студійних, вимірювальних і моніторингових аналого-цифрових комп'ютерних систем для телерадіомовлення.

В частині спеціалізованих апаратних компонентів ефективність системи ґрунтується на методах надлишковості, автокалібрування і самоконтролю обладнання, а в частині програмного забезпечення – на методах адаптивного ущільнення, кореляційного та спектрального аналізу відео- та аудіосигналів.

#### Мета

Проведення аналізу розробки каналів точного часу в автоматизованій системі для офіційного телерадіомоніторингу та здійснення їх метрологічної атестації.

#### Постановка задач

- 1) Проаналізувати функціональне призначення системи офіційного телерадіомоніторингу та виділити їх основні метрологічні характеристики.
- 2) Проаналізувати запропоновану методику визначення похибок вимірювання часу.
- 3) Розглянути підхід, щодо визначення границі допустимих абсолютних похибок у вимірювальних каналах точного часу.

#### Розв'язання задач

Однією з основних функціональних характеристик автоматизованої системи офіційного телерадіомоніторингу є можливість визначення часу мовлення та тривалості телерадіопередач і їх фрагментів. Метрологічній атестації [3] підлягають вимірювальні канали «Синхро» в режимах запису відеоаудіофайлів передач (режим запису) та при визначенні часу мовлення та тривалості телерадіопередач при відтворенні записаних файлів (режим відтворення).

В режимі запису забезпечується вставка відміток точного часу в відеоаудіосигнали під час їх запису в комп'ютерні файли. Типовий вимірювальний канал має структуру, наведену на рисунку 1. Супутниковий приймач сигналів точного часу «Синхро-01СТ» приймає сигнали точного часу з системи глобального позиціонування GPS, декодує їх в секундні імпульси та в адресно-часовий код стандарту SMPTE, відеоінсертер титрів точного часу «Синхро-TB2» декодує вказаний код та наносить на кожен

кадр зовнішнього відеосигналу титри логотипу «RADA, годин, хвилин, секунд, номеру кадру, дня, місяця та року» як ілюструє рисунок 2 [4]. Відеоаудіосервер записує відео та аудіосигнали у вигляді файлів. Сynchronізація системного часу комп'ютера відбувається по мережі Ethernet від тайм-сервера, вмонтованого в «Синхро-01СТ». Аудіосигнали на початку кожного файлу помічаються звуковими відмітками точного часу стандарту DTMF. Назва кожного відео та аудіофайлу містить час початку запису, сформований системним годинником комп'ютера.

У режимі відтворення записаних відеоаудіофайлів оператор робочої станції за допомогою програми EditorARM аналізує зміст телерадіопередач, а також визначає час мовлення та тривалість передач і їх фрагментів. Для незалежного визначення часу мовлення радіопрограм при її відтворенні крім програми EditorARM може застосовуватись декодер-індикатор DTMF-відміток точного часу аудіозаписів «Синхро-DTMF» [4]. Схема типового вимірювального каналу в режимі відтворення і аналізу наведена на рисунку 3.

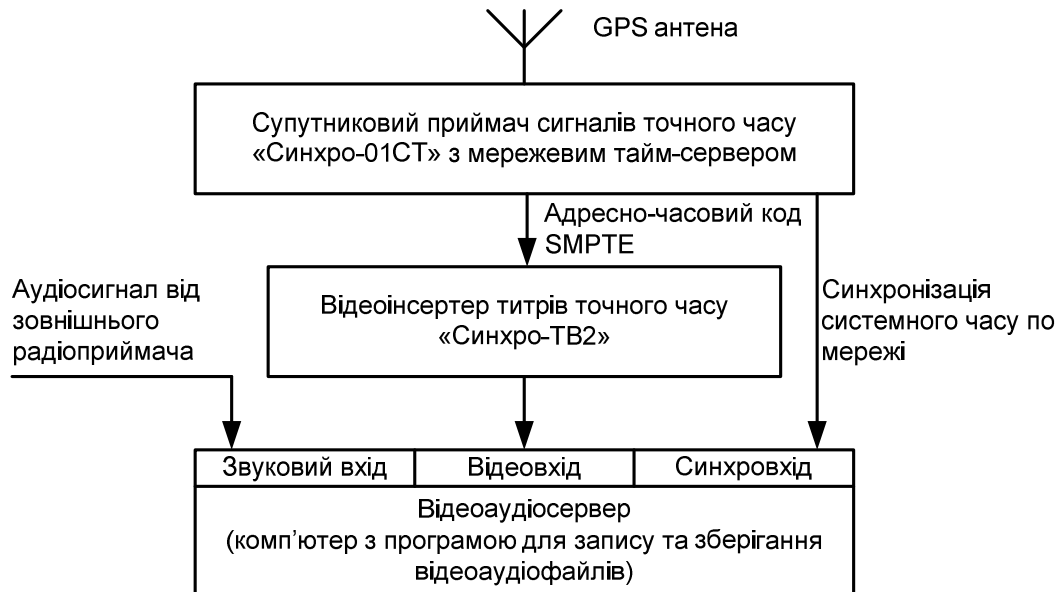


Рисунок 1 – Структурна схема вимірювального каналу «Синхро» в режимі запису

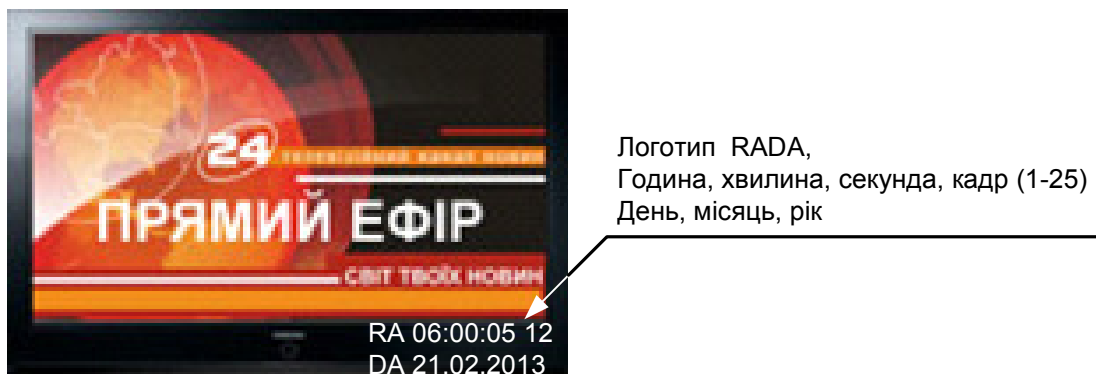


Рисунок 2 – Формат титрів точного часу на кожному кадрі відео файлів

Отже, до складу вимірювальних каналів (ВК) «Синхро» входять як апаратні, так і програмні компоненти. Значення поточного часу представлені титрами точного часу на відеокадрах, звуковими позначками на початку аудіофайлів, а також наявні в іменах відеоаудіофайлів та у системних годинниках комп'ютерів мережі. Аналіз сукупності вказаних факторів дозволив сформулювати набір метрологічних характеристик і якісних параметрів моніторингової системи при визначенні часу мовлення і тривалості телерадіопередач, які подано в таблиці 1.

Визначення границі допустимої абсолютної похибки секундного імпульсу на виході супутникового приймача «Синхро-01СТ» є досить тривіальною метрологічною задачею і проводиться шляхом співставлення з наявним взірцевим датчиком точного часу. Проте, дослідження інших характеристик носить досить специфічний характер, оскільки кінцеві результати вимірювань часу представляються не в

електричному вигляді, а у вигляді зображень на відеокadraх, на цифрових індикаторах «Синхро-01СТ» і «Синхро-DTMF», у вікнах часу операційної системи та операторської програми комп'ютерів.

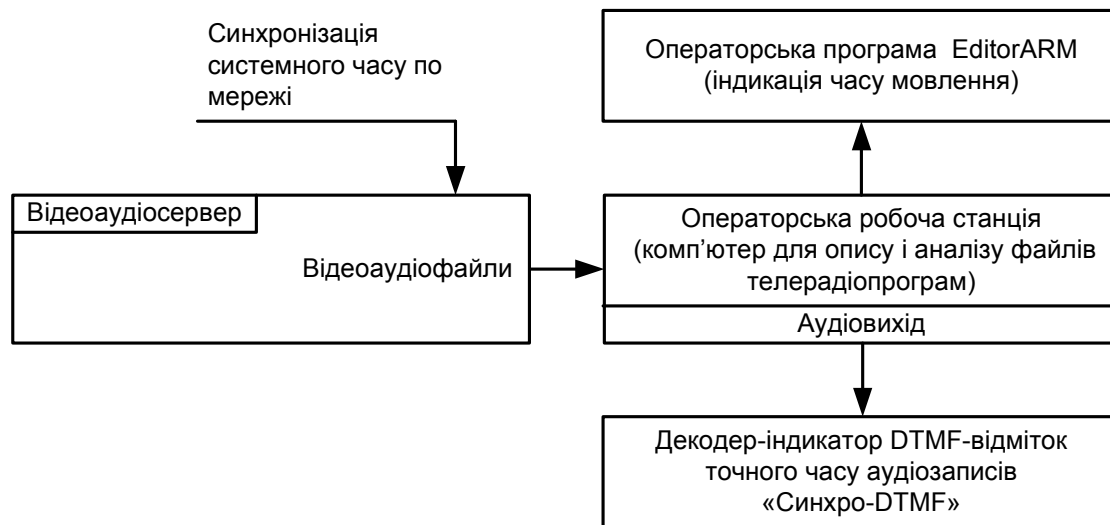


Рисунок 3 – Структурна схема вимірювального каналу «Синхро» в режимі відтворення

Таблиця 1 – Метрологічні характеристики і параметри якості вимірювальних каналів

Назва режиму роботи	Метрологічні характеристики вимірювальних каналів	Характеристики параметрів якості і технічного рівня
Режим запису	Границі допустимої абсолютної похибки генеральної сукупності ВК формування часу секундного імпульсу на виході супутникових приймачів «Синхро-01СТ»	Границі допустимої абсолютної похибки генеральної сукупності ВК формування титрів часу відеоінserterами «Синхро-ТВ2». Границі допустимої абсолютної похибки генеральної сукупності ВК відтворення часу системними годинниками відеоаудіосерверів.
Режим відтворення	Границі допустимої абсолютної похибки генеральної сукупності ВК визначення часу мовлення телепередач в операторській програмі. Границі допустимої абсолютної похибки генеральної сукупності ВК визначення часу мовлення радіопередач декодером-індикатором «Синхро-DTMF».	Границі допустимої абсолютної похибки генеральної сукупності ВК визначення тривалості часу телерадіопередач в операторській програмі.

На думку авторів, їм вдалося запропонувати оригінальну методику визначення похибок вимірювань часу, значення якого представлені у вигляді цифрових зображень на індикаторах приладів або на екрані комп'ютера. В запропонованій методиці використовується відеокамера, яка одночасно проводить знімання візрцевого індикатора часу і індикатора часу пристрою, що досліджується. Звичайна сучасна цифрова miniDV-відеокамера формує відеозапис з 25-ти відеокадрів в секунду (стандарт PAL), тобто роздільна здатність вимірювань складає 0.040 с, що цілком достатньо для даного застосування. Аналіз відеозапису проводиться безпосередньо на відеокамері або на комп'ютері в режимі покадрового перегляду. Різницю значень часу між показами візрцевого пристрою та пристрою, що досліджується визначають прямим порівнянням в межах одного чи кількох кадрів (якщо індикація містить дробові значення часу – секунди, долі секунд або номери кадрів) або шляхом підрахунку кількості кадрів між відповідними моментами зміни значень секунд чи хвилин на обох пристроях (якщо дробові значення часу відсутні). За цією методикою, до речі, можна визначити до долей секунди похибку годинників з цифровими чи аналоговими шкалами, що не мають індикації секундних значень (фіксуються моменти переходу між хвилинами).

Нижче подамо скорочені схеми виконання окремих досліджень з визначення границі допустимих абсолютних похибок часу в вимірювальних каналах «Синхро», які ілюструють викладену вище ідею.

Оцінку границі допустимої абсолютної похибки формування титрів часу відеоінserterами «Синхро-ТВ2» проводять для кожного з відібраних вимірювальних каналів відповідно до схеми вимірювань, яку показано на рисунку 4, методом порівняння цифрових значень часу на індикаторі «Синхро-01СТ» і на титрах відеокадрів, згенерованих inserтером «Синхро-ТВ2».

Вимірювання проводять фіксуючи на відеокамеру значення точного часу на індикаторі «Синхро-01СТ». В реальному часі відеосигнал з лінійного виходу відеокамери поступає на вхід inserтера «Синхро-ТВ2», який також додає до кожного кадру титри часу. Синхронізація «Синхро-ТВ2» здійснюється від «Синхро-01СТ» адресно-часовим кодом SMPTE. Вихідний сигнал «Синхро-ТВ2», записується в відеофайл відеоаудіосервера штатною програмою відеоархіватора і для контролю виводиться на монітор, як проілюстровано прикладом на рисунку 4.

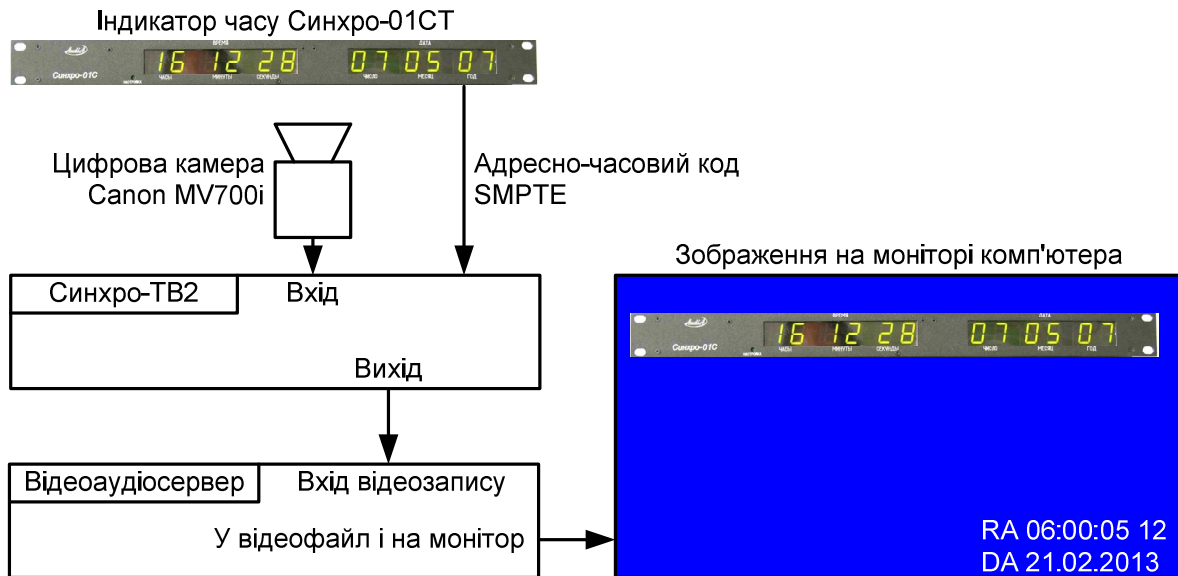


Рисунок 4 – Схема вимірювання абсолютної похибки формування титрів часу відеоінserterом «Синхро-ТВ2» з використанням відеокамери

Аналіз записаного відеофайла здійснюють шляхом покадрового перегляду зображення в програмі Media Player Classic, яка входить до складу операційної системи Microsoft Windows XP відеоаудіосервера. Використовуючи номери кадрів, наявні в титрах часу визначають кількість кадрів, на які різняться моменти зміни секунд на зображенні індикатора «Синхро-01СТ» і в титрах часу, згенерованих «Синхро-ТВ2». Оскільки тривалість одного кадру становить 1/25 с або 40 мс, то кількість кадрів перераховують в значення абсолютної похибки в мілісекундах.

Оцінку границі допустимої абсолютної похибки визначення часу мовлення радіопередач декодером-індикатором «Синхро-DTMF» проводять відповідно до схеми вимірювань на рисунку 5 методом порівняння цифрових значень часу на індикаторі «Синхро-01СТ» і на індикаторі «Синхро-DTMF». Для цього запуск відтворення записаного звукового файлу з відеоаудіосервера здійснюють в момент часу, який співпадає за хвилинами і секундами з моментом початку запису цього звукового файлу.



Рисунок 5 – Схема вимірювання абсолютної похибки визначення часу мовлення радіопередач декодером-індикатором „Синхро-DTMF”

Для автоматичного запуску відтворення звукового файлу в момент часу, який точно співпадає з моментом початку запису цього файлу використовують функцію операційної системи Windows XP «Призначені завдання» з панелі керування. Наприклад, запис звукового файлу розпочато в 16 год. 00 хв. 00 с, про що свідчить назва файлу, а тривалість файлу складає 15 хв. Розміщуємо файл в «Призначених завданнях» на 16 год. 00 хв. 00 с наступної доби. Відтворення файлу автоматично розпочнеться саме в цей час програмою, яка налаштована операційною системою на відтворення звукових файлів. На початку відтворення файлу декодер-індикатор «Синхро-DTMF» засинхронізується і почне відлік часу запису файлу. Вимірювання проводять одночасно, фіксуючи на відеокамеру значення точного часу на індикаторі «Синхро-01СТ» і на індикаторі «Синхро-DTMF». Аналіз записаного відеофайла здійснюють шляхом покадрового перегляду зображення безпосередньо на відеокамері. Визначають кількість кадрів, на які різняться моменти зміни секунд на зображенні індикатора «Синхро-01СТ» і на індикаторі «Синхро-DTMF».

Дослідження границі допустимої абсолютної похибки визначення часу мовлення телепередач в операторській програмі для кожного з відібраних каналів проводять методом порівняння цифрових значень часу в титрах записаного відеофайлу і в вікні часу операторської програми. Аналіз відтворюваного відеофайла здійснюють шляхом покадрового перегляду зображення в операторській програмі EditorARM, яка входить до складу спеціалізованого програмного забезпечення відеоаудіосервера. Використовуючи номери кадрів, наявні в титрах часу, визначають кількість кадрів, на які різняться моменти зміни секунд на відеозображенні і в вікні часу операторської програми. Кількість кадрів різниці перераховують в значення абсолютної похибки в мілісекундах.

### Висновки

1) Проаналізовано функціональне призначення системи офіційного телерадіомоніторингу, що дало можливість виділити основні метрологічні характеристики і параметри якості системи при визначенні часу мовлення та тривалості телерадіопередач.

2) Запропоновано оригінальну методику з використанням відеокамери для одночасного знімання зображень індикаторів часу вірцевого приладу і того, який досліджується, що дозволило здійснити метрологічну атестацію вимірювальних каналів «Синхро».

3) Розглянуто підхід, щодо визначення границі допустимих абсолютних похибок у вимірювальних каналах точного часу. Визначення абсолютної похибки здійснюється шляхом покадрового перегляду відеозапису на комп'ютері або безпосередньо на відеокамері. Вказана методика була практично успішно апробована [5] і дозволила оцінити значення похибок часу до десятих долей секунди.

### Список літератури

1) Крупельницький Л. В. Аналого-цифрові пристрої систем, що самокоригуються, для вимірювань і оброблення низькочастотних сигналів : монографія / Л. В. Крупельницький, О. Д. Азаров. – Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. – 167 с. – ISBN 966-641-126-1

2) Азаров О. Д. Основи теорії аналого-цифрового перетворення на основі надлишкових позиційних систем числення : монографія / Азаров О.Д. – Вінниця : УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2004. – 257 с.

3) Метрологія. Терміни та визначення: ДСТУ 2681-94. – [Чинний від 01.01.1995]. – К. : Держстандарт України, 1995. – 72 с.

4) Специализированное и измерительное оборудование собственной разработки и производства: каталог разработок НТЦ «Аналого-цифровые системы» ВНТУ/ [авт.-упоряд. Стейскал В.Я., Крупельницький Л.В. и др.]. — Винница : 2013. — 40 с.

5) Система офіційного телерадіомоніторингу. Вимірювальні канали «Синхро» для визначення часу мовлення та тривалості телерадіопередач : УО 4728690 / 8.144-2008 ДМА. – Офіц. вид. – Львів : ДП НДІ «Система», 2008. – 40 с. – (Програма та методика метрологічної атестації)

Стаття надійшла: 20.11.2013.

### Відомості про авторів

**Крупельницький Леонід Віталійович** - к.т.н., доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця.

**Стейскал Віктор Ярославович** – к.т.н., завідувач науково-технічного центру «Аналого-цифрові системи», Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021.

**Богомолов Сергій Віталійович** – к.т.н., старший викладач кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця.