БАГАТОКАНАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ ТА РАДІОМОВНИХ ПЕРЕДАВАЧІВ

Грицик В.В., Кравець І.І., Пінкевич Ю.П., Опотяк Ю.В., Цмоць І.Г.

MULTICHANNEL MEASURING SYSTEM FOR BROADCAST TRANSMITTERS

Grytsyk V.V., Kravetz I.I., Pynkyevich Ju.P., Opotyak Yu.V., Chmots I.G.

Державний науково-дослідний інститут інформаційної інфраструктури
ТзОВ "І.Т.М. - Інформація технологія моніторинг"
Державне підприємство "Львівський обласний радіотелевізійний передавальний центр"

З ініціативи та на замовлення Державного підприємства «Львівський обласний радіотелевізійний передавальний центр» в рамках виконання договору проведено роботи по розробці багатоканальної системи контролю параметрів телевізійних та радіомовних передавачів. Розроблено архітектуру системи, проведено макетування системи, відпрацьовано окремі вузли, в основному розроблено системне програмне забезпечення та прикладні програмні засоби користувача. Виготовлено експериментальний макет багатоканальної системи та проведено його випробування на діючому обладнанні Львівського радіотелевізійного передавального центру для визначення тактико-технічних характеристик окремих пристроїв, тестування алгоритмів обробки інформації та визначення економічних параметрів. Роботи по створенню системи проводилися Державним НДІ інформаційної інфраструктури та підприємством «І.Т.М. - Інформація технологія моніторинг».

Проведений аналіз показав, що сьогодні на передавальних центрах України практично відсутня апаратура вітчизняного виробництва для оперативного контролю основних радіочастотних параметрів радіопередавального тракту передавачів. Наявні одиниці приладів типу РАП-ТВ та аналогічних не забезпечують багатоканального оперативного контролю параметрів радіопередавального тракту. Пізніші версії аналогічної апаратури – комплекси С-100, С-200 (мобільний варіант), С-400 конструктивно складаються з окремих блоків і додатково включають генератор тестових сигналів, демодулятор та високочастотний комутатор, відео комутатор (для комплексу С-400 8к і С-400 16к) та коректори кабелів. Така структура існуючих систем є дорогою, економічно затратною та складною за умови необхідності багатоканального контролю, при розгортанні і подальшій модернізації.

Щодо виробників цифрових вимірювальних засобів то єдиними на території СНД є російські підприємства ЗАТ "СОТА" та НТК "ИМОС".

Челябінське ЗАТ "СОТА" випускає цифровий вимірювальний комплекс РАП-ТВ у декількох модифікаціях Модельний ряд включає засоби для вимірювання параметрів ТВ передавачів (моделі РАП-ТВ, РАП-ТВ-УКВ - стандарт D/K, РАП-ТВ-УКВ МС ТВ – стандарти D/K, B/G, M) та радіопередавачів (РАП-УКВ - стандарт УКВ ЧМ (КСС, пілот-тон), РАП-ТВ-УКВ стандарт УКВ ЧМ (КСС, пілот-тон)). Для забезпечення вимірювання параметрів декількох передавачів модельний ряд включає Комутатор УТМ. Базовий блок забезпечує можливість під'єднання до 8 передавачів, а з використанням додаткових блоків - до 32 передавачів.

НТК "ИМОС" випускає ряд вимірювальних комплексів:

С-100 – шафу вимірів і контролю параметрів ТВ-передавачів;

С-200 – переносний вимірювальний комплекс для контролю параметрів ТВ-передавачів;

С-300 – комплекс вимірювального устаткування для контролю параметрів цифрових супутникових каналів;

С-400 – станцію дистанційного моніторингу ТВ-передавачів;

С-500 – станцію дистанційного моніторингу якості сигналів телевізійної програми, трансльованої ТВ-передавачем регіону.

Серед них у багатоканальному режимі може працювати тільки станція С-400. Станція С-400 призначена для організації багатоканального моніторингу ТВ-передавачів радіотелевізійних передавальних центрів (РТПЦ) з передачею вимірювальної інформації у комп'ютер. Випускаються восьмиканальна (С-400-8К) і шістнадцятиканальна (С-400-16К) модифікації.

Основним недоліком вказаних аналого-цифрових систем є проведення вимірювання прийнятого телевізійного сигналу з попереднім аналоговим демодулюванням, що значно знижує точність, збільшує похибки вимірювань та підвищує вартість апаратури. Суттєвим недоліком існуючих багатоканальних комплексів, наприклад, системи РАП-ТВ, або С-400 8к і С-400 16к є необхідність застосування для роботи з декількома передавачами додаткових аналогових комутаторів – високочастотного та відео сигналів. Використання для під'єднання кабелів значної довжини та використання аналогових коректорів додатково погіршує точність та достовірність вимірювань.

З іншої сторони, в сучасних, ринкових, умовах рекламодавці та інші споживачі послуг з ретрансляції телевізійних та радіомовних програм вимагають високоякісного каналу передачі відео та аудіо інформації, об'єктивної інформації про стан виконання послуг з ретрансляції тощо.

Це обгрунтовує доцільність та необхідність створення багатоканальної нарощуваної системи контролю параметрів телевізійних та радіомовних передавачів. Розроблена система контролю параметрів передавачів має наступні переваги:

- пряме оцифровування вимірюваних ВЧ - сигналів без необхідності додаткових аналогових перетворень, що усуває можливі спотворення сигналу аналоговими вузлами;
- забезпечення обробки оцифрованих сигналів повністю цифровими методами, що дозволяє досягнути високих якісних параметрів вимірювання у порівнянні з аналоговою обробкою;
- застосування індивідуального перетворювального блоку для кожного окремого передавача, що дозволяє максимально зменшити довжину з'єднувальних кабелів і відповідно усунути джерела додаткових спотворень та завад;
- проведення вимірів усіх параметрів одним приладом без зміни схеми підключень;
- швидке та просте підключення перетворювального блоку до контрольованого передавача;
- розширювана структура системи, яка забезпечує просте та оперативне нарощення кількості контрольованих передавачів (до кількох десятків) в умовах діючого передавального центру;

- застосування для передачі оцифрованих даних з перетворювального блоку промислового інтерфейсу RS-485, який забезпечує функціонування в умовах значних електромагнітних завад;
- максимальне здешевлення апаратної частини системи за рахунок використання сучасної високотехнологічної елементної бази та нових схемотехнічних рішень;
- використання цифрової обробки для отримання додаткової якісної та кількісної інформації (режим "осцилографа", спектральні характеристики каналів зображення та звуку, перехідна характеристика, збір статистичних даних тощо);
- забезпечення зберігання вимірюваних параметрів та реалізація нових можливостей (автоматизована діагностика, сигналізація при виході параметрів передавача за встановлені межі);
- забезпечення можливості доступу зацікавлених користувачів та персоналу до збережених та оперативних параметрів через локальну мережу, засобами мобільного зв'язку або Інтернет.

Розроблена багатоканальна система контролю параметрів телевізійних та радіомовних передавачів являє собою апаратно-програмний комплекс, що призначений для цілодобового автоматичного моніторингу стану передавачів, реєстрації подій та передачі повідомлень про стан передавачів, а також, забезпечення можливості доступу зацікавлених споживачів послуг з ретрансляції телевізійних або радіомовних каналів до якісних та кількісних характеристик параметрів передавачів. Система складається з апаратних та програмних засобів.

Апаратні засоби включають:

- один або декілька периферійних пристроїв контролю параметрів (окремий пристрій на кожен телевізійних або радіомовний передавач);
- пристрій концентрації та узгодження цифрових даних (до 64 каналів);
- окремий технологічний комп'ютер для обробки та реєстрації даних, забезпечення доступу, передачі повідомлень.

Програмні засоби включають:

- спеціалізоване ПЗ для керування периферійними пристроями контролю параметрів та пристроєм концентрації та узгодження цифрових даних;
- спеціалізоване ПЗ контролю та реєстрації параметрів з відповідною БД;
- клієнтське ПЗ верхнього рівня для візуального представлення інформації і введення команд керування;
- ПЗ передачі повідомлень та забезпечення віддаленого авторизованого доступу до БД параметрів передавачів.

Периферійний пристрій контролю параметрів підключають до НЧ і ВЧ входів та ВЧ виходу контрольованого передавача, що дає можливість включати вимірювальні рядки у вхідний сигнал підключеного передавача. У випадку наявності у сигналі штатного тестового сигналу він може застосовуватись для проведення вимірювань.

Зв'язок між периферійними пристроями контролю параметрів та пристроєм концентрації та узгодження цифрових даних здійснюється по промисловому інтерфейсу

RS-485, а між пристроєм концентрації та узгодження цифрових даних та технологічним комп'ютером по інтерфейсу USB 2.0.

Конструктивно периферійний пристрій контролю параметрів та пристрій концентрації та узгодження цифрових даних виконані у вигляді окремих функціонально завершених блоків.

Адаптивна конфігурація системи забезпечує можливість поступового нарощування на великих телевізійних та радіопередавальних центрах та можливість економного, у фінансовому аспекті, використання на малих обслуговуваних та необслуговуваних телевізійних та радіо трансляційних центрах.

Технологія вимірювання коротко полягає у наступному. Тестові сигнали для відеотракту що формуються ЦАП периферійного пристрою підмішуються у вхідний сигнал передавача. Радіосигнал з виходу відповідного передавача через напрямлений відгалужувач надходить на радіочастотний вхід периферійного пристрою. Далі сигнал оцифровується і передається в комп'ютер для подальшої обробки. Оцифровування комплексного телевізійного сигналу на несучій частоті приводить до підвищення лінійності вимірювального тракту та усунення амплітудних, фазових та частотних похибок перетворення, наявних при використанні демодуляторів, як у традиційних вимірювальних комплексах, наприклад, РАП-ТВ та інших. Розробка в останні роки доступних конвеєрних АЦП з частотою оцифровування більше 100 мегаслів (8-16 розрядів) на секунду та смугою пропускання більше 500 MHz, та використання нових схемотехнічних рішень дає змогу створити ефективну за показником ціна/якість розширювану інформаційно-вимірювальну систему неперервного, багатоканального автоматизованого контролю параметрів телевізійних передавачів. Обробка сигналів звукового тракту передавача здійснюється кореляційно-статистичними та спектральними числовими методами. Периферійний пристрій дозволяє здійснювати обробку сигналів телевізійних передавачів у стандартах D/K, B/G і M на будь-якому каналі до 900 МГц та УКХ передавачів у діапазоні 62…110МГц.

Для проведення вимірювань використовуються стандартні I-IV тестові сигнали по ГОСТ18471-83. При наявності у телевізійному сигналі штатних тестових сигналів останні використовуються для проведення вимірювань. Система забезпечує вимірювання параметрів аналогових передавачів згідно ДСТУ 3837-2005, ГОСТ 20532-83, ПТЕ-2007 та існуючих регламентів вимірювання і не вимагає розробки додаткових методик вимірювань параметрів передавачів.

Система забезпечує багатоканальне вимірювання параметрів передавачів в режимі реального часу в наступних основних режимах:

1) Автоматичний моніторинг у процесі передачі телевізійних або радіомовних програм. У процесі моніторингу відображається на екрані поточний стан кожного передавача, а також параметри вхідних телевізійних сигналів. При виході параметра передавача за межі допуску у випадку необхідності передається відповідне повідомлення та автоматично відбувається запис події у базу даних з можливістю перегляду. Можлива робота у режимі вимірів та відображення вибраного параметру передавача (наприклад, для регулювання рівня модуляції тощо).
2) Режим регламентних вимірів. Усі вимірювання параметрів передавача проводяться без участі оператора зі складанням відповідних протоколів.

3) Режим регулювання. Вимірювання проводяться у довільному порядку у однократному або циклічному режимі.

4) Режим цифрового осцилографа, аналізатора спектру. Вимірювання проводяться у однократному або циклічному режимі з імітацією роботи відповідного аналогового приладу з довільним вибором параметрів (виділення бажаної стрічки растру, відповідний їй спектр тощо).

Дані моніторингу і вимірів зберігаються в електронному виді, також автоматично ведеться журнал, у якому реєструються всі зміни параметрів передавача (передавачів). Для передачі повідомлень про стан передавачів, а також, забезпечення можливості доступу зацікавлених споживачів послуг з ретрансляції телевізійних або радіомовних каналів до якісних та кількісних характеристик параметрів передавачів можливе використання засобів комутованих телефонних ліній або засобів GSM/GPRS зв'язку. Реєстрація подій (наприклад, вихід вимірюваного параметра за встановлені межі тощо) проводиться автоматично з протоколюванням у відповідній базі даних. Передача повідомлень про стан передавачів та відповідні події можлива на визначений комп'ютер у мережі. Забезпечується авторизований доступ зацікавлених споживачів послуг з ретрансляції телевізійних або радіомовних каналів до якісних та кількісних характеристик параметрів передавачів.

Можливе застосування розробленого комплексу на обслуговуваних та необслуговуваних ретрансляторах телевізійного або радіомовного сигналу з дистанційним доступом до параметрів вимірюваного сигналу. Можливе доукомплектування комплексу контролерами вторинних пристроїв для збору інформації з інших датчиків (наприклад, пожежних, стану живлення тощо) і реалізації функцій віддаленого керування для необслуговуваних передавачів та ретрансляторів.

Як відомо, в Україні з 2015 року планується впровадження системи цифрового мовлення. Розроблена система може бути модернізована для забезпечення вимірювань параметрів цифрових передавачів телевізійних та радіомовних сигналів (DVB-T). Разом із спеціалістами Українського науково-дослідного інституту радіо і телебачення проведено ряд нарад, проаналізовано існуючі нормативні документи та визначено, що для об'єктивного аналізу аналогової частини передавача цифрового мовлення системи DVB необхідним є вимірювання ряду параметрів, таких як нерівномірність АЧХ та ГЧЗ тракту в смузі частот каналу, характеристика лінійності, форма спектру. Розроблена система здатна проводити вимірювання цих параметрів за умови проведення додаткових теоретичних та практичних досліджень і незначної модернізації апаратних засобів, алгоритмів обробки сигналу і доробки програмного забезпечення.