

УДК 623.004.67

О.В. Дерюга

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВИХ МУЛЬТИМЕТРІВ

В статті досліджується сучасний етап розвитку вимірювальної техніки, який характеризується комп'ютеризацією вимірів, що полягає в інтенсивному використанні мікропроцесорів і мікро ЕОМ. Це привело до створення нового 4-го покоління вимірювальних засобів названих процесорними, що забезпечують істотний перебіг у їх технічних експлуатаційних і економічних показниках і принципово нові можливості по класі розв'язуваних ними задач.

**Ключові слова:** цифровий вольтметр, мультиметр, процесор.

### Вступ

**Постановка задачі.** Широке серійне впровадження цифрових вимірювальних засобів пов'язане з новими досягненнями науково-технічної революції в області цифрової обчислювальної техніки, особливо мікро ЕВМ і мікропроцесорів, електроніки й мікросхемотехніки, автоматизації процесів перетворення передачі й обробки вимірювальної інформації. Різко наростають номенклатура й кількість цифрових вимірювальних приладів. Не менш стрімко прогресують і технічні характеристики цифрових вимірювальних приладів. Наприклад окремі модифікації цифрових вольтметрів мають відносну похибку по постійній напрузі до 0,000001.

**Аналіз літератури** В відомій літературі [1 – 3] визначаються теоретичні і практичні основи цифрових вимірювальних приладів, які широко застосовуються у всіх сферах діяльності людини.

**Мета статті** полягає в проведенні порівняльного аналізу цифрових вольтметрів і їх технічних та метрологічних характеристик.

### Основний матеріал

Промисловість випускає значну кількість цифрових вольтметрів різних типів, які відрізняються один від одного призначенням, принципами будови і технічними характеристиками. За призначенням, що визначається кількістю і фізичною природою вимірюваних величин, ЦВ розділяють на чотири групи:

- ЦВ постійної напруги;
- ЦВ змінної напруги;
- ЦВ універсальні;
- ЦВ імпульсні.

Найважливішим вузлом ЦВ змінної напруги являється ЦВ постійної напруги, в якому використовуються АЦП трьох видів:

- час-імпульсного перетворення;
- кодоімпульсного перетворення;
- частотно-імпульсного перетворення.

У таких вольтметрах використовуються дві групи методів проміжного перетворення вимірюва-

ної напруги у часовий інтервал: метод пропорційного, або розгортального, часового перетворення миттєвих значень напруги та інтегровальні методи.

Вольтметри використовуються для контролю та вимірювання вказаних параметрів при виробництві радіо апаратури, повірки та атестації різних засобів вимірювань.

З великої кількості різновидів вольтметрів розглянемо такі:

Універсальні цифрові вольтметри В7- 28, В7- 34, В7- 27, В7- 38.

Однакові характерні риси.

Цифрові універсальні вольтметри змінної напруги виконуються звичайно як багатофункціональні прилади для вимірювання:

- постійної напруги;
- змінної напруги;
- опору постійного струму;
- відношення двох постійних напруг(В7-28);
- відношення змінної напруги до постійної напруги(В7-28);
- сили постійного і змінного струму(В7-35).

У вольтметрах передбачена можливість дистанційного керування з автоматичним вибором межі вимірювання.

Основною ознакою універсальних приладів є їх багатофункціональність, тобто здатність вимірювати кілька різних фізичних величин. Тому такі прилади називають мультиметрами.

Розширення універсальності цифрових приладів нерозривно пов'язане з підвищенням уніфікації й не може вирішуватися у відриві від її. Немає необхідності доводити, що розширення універсальності шляхом формального об'єднання в одну конструкцію декількох автономних вимірювальних блоків недоцільно ні по економічним, ні по експлуатаційних міркуваннях. Невиправдана й розробка цифрових мультиметрів для кожного конкретного об'єкта.

Найбільшими перспективами при створенні цифрових мультиметрів володіє агрегатно-модульний принцип. Він зводиться до визначення оптима-

льної номенклатури функціональних вузлів цифрових мультиметрів, їхньої уніфікації за різними показниками й виробництва у вигляді уніфікованих модулів, вхідною складовою частиною в агрегатні комплекси державної системи приладів. Визначено й показники, яким повинні задовольняти уніфіковані модулі, основним з них є повна сумісність (або узгодження) цих модулів.

Принципи побудови цифрових мультиметрів базуються на уніфікації модулів і сигналів.

Номенклатура уніфікованих модулів цифрових мультиметрів визначається насамперед прийнятим підходом до їхньої структурної побудови й комплексом вимірюваних фізичних величин. Насамперед укажемо, що нераціональним є безпосередній вимір різнорідних фізичних величин, кожна з яких має свою розмірність. Це призвело до введення в прилад великого числа мір цих величин і інших функціональних вузлів, що привело б до значного ускладнення приладу й низькому коефіцієнту використання окремих вузлів. Тому основною тенденцією, що міцно затвердилася при створенні цифрових мультиметрів, є використання проміжного перетворення всіх вимірюваних фізичних величин в один або кілька уніфікованих сигналів, зручних для наступної обробки. Вузли, що виконують цю роль, називають первинними вимірювальними перетворювачами. Їхня мінімальна кількість дорівнює числу різнорідних фізичних величин при тимчасовому поділі вимірювальних каналів, коли однорідні фізичні величини вимірюються послідовно в часі. Максимальна кількість первинних вимірювальних перетворювачів необхідна при просторовому поділу вимірювальних каналів, при якому кожній фізичній величині (у тому числі й однорідних величинах, наприклад постійним напругам від різних просторово розташованих об'єктів) відповідає свій перетворювач.

Первинне перетворення здійснюється таким чином, щоб одна з характеристик уніфікованого сигналу, її називають узагальненою інформаційною ознакою, була пропорційна вимірюваному параметру вхідного сигналу, наприклад, середньому, середньоквадратичному значенню, амплітудному значенню синусоїдальної напруги, активний потужності, частоті, фазовому зсуву, тривалості імпульсів і ін.

До складу уніфікованих модулів цифрових мультиметрів входять такі функціональні перетворювачі, призначені для здійснення нелінійних перетворень сигналу, АЦП, перетворювачі кодів, пристрої вторинної обробки інформації, комутатори сигналів і пристрою відображення інформації

У цифрових вольтметрах і АЦП за допомогою мікропроцесорів можуть бути реалізовані наступні функції:

- автоматична установка нуля і калібрування;
- автоматичний вибір межі вимірювання;

математична обробка вимірювальної інформації на різних етапах перетворення сигналів в тракті приладу, зокрема результатів вимірювань;

автоматична корекція похибок, зменшення похибок нелінійності, облік похибок, обумовлених впливаючими чинниками і старінням;

контроль працездатності і діагностика несправностей;

індикація і представлення інформації; виконання інтерфейсних функцій.

Цифрові вольтметри змінної напруги на МП виконуються звичайно як багатофункціональні прилади, причому багатофункціональність досягається в основному за рахунок мікропроцесора (або мікроЕОМ). Проте основною їх функцією є вимірювання середньоквадратичних значень змінних напруг (СКЗ), як, мабуть, найпоширеніші фізичні характеристики досліджуваних процесів в різних об'єктах.

При побудові мікропроцесорних цифрових вольтметрів змінної напруги, як і багатьох інших мікропроцесорних приладів, можливі два основні напрями:

збереження класичних структур вимірювальних каналів аналогових вольтметрів змінної напруги шляхом доповнення їх АЦП і МПК;

використання алгоритмів цифрової обробки сигналів, забезпечуючи якнайповніше використання можливостей мікропроцесорів.

Застосування МП в універсальних вольтметрах, заснованих на проміжному перетворенні вимірюваних величин в уніфікований параметр, найчастіше в постійну напругу, не приводить до помітної зміни класичної структури. Вона доповняється деякими вузлами відповідно до нових функцій приладу, модифікуються його частина, що управляє, і зв'язки між вузлами.

Оскільки універсальні ЦВ є багатофункціональними приладами, тобто відносяться до класу цифрових мультиметрів, то їх принципи побудови окреслені узагальненими структурними схемами цифрових мультиметрів.

Введення мікропроцесорів в цифрові вольтметри дозволило проводити значні об'єми математичної обробки результатів вимірювань і розрахункових операцій, програми виконання яких зберігаються в ПЗП. Приведемо деякі основні з цих обчислювальних процедур:

віднімання з результату вимірювання будь-якого постійного числа,

що вводиться з клавіатури МПК;

множення і ділення результату на постійне число;

визначення відносного або відсоткового відхилення результату вимірювання від номінального значення;

вираз результату вимірювання в логарифмічних одиницях;

проведення порівняння результатів вимірювань між собою і з заданими межами і, як наслідок, знаходження максимального значення результатів вимірювань, що виходять за межі, що допускаються, встановлюються на клавіатурі МПК;

обчислення статичних характеристик багатократних вимірювань:

середнього і середньоквадратичного значення вимірюваної величини дисперсії і середньоквадратичного відхилення результату вимірювання від середнього;

Окрім численних операцій і завдання моментів дискретизації, МПК може виконувати автоматичний вибір межі вимірювання, перебудовувавши масштабний перетворювач, калібрування і корекцію, діагностування і самоперевірку приладу

В даний час широке застосування знаходять системні програмовані ЦВ без використання мікропроцесорів. Вони виконуються по класичній схемі, яка заснована на проміжному перетворенні вимірюваних величин (окрім постійної напруги) в пропорційні постійні напруги, що перетворюються в цифровий код за допомогою АЦП.

Вимірювання миттєвого значення напруги в таких ЦВ, якщо воно передбачене, зводиться до вимірювання постійної напруги, яку одержують шляхом запам'ятовування вимірюваного миттєвого значення напруги пристроєм вибірки/зберігання (або блоком вибірки/зберігання), включеним між вхідним блоком і сигнальним входом АЦП. Цей пристрій виконує наступні дві функції:

точне і швидке стеження за всіма змінами напруги на його вході до моменту початку вимірювання – режим стеження;

вибірку миттєвого значення вхідної напруги по зовнішній команді запуску, його запам'ятовування і зберігання протягом всього часу вимірювання.

## Висновок

Універсальні цифрові вольтметри змінної напруги найбільше широко й інтенсивно використовують у своєму складі мікропроцесори, відкриваючи новий етап у їхньому розвитку, тому що, поряд з помітним розширенням функціональних можливостей і значним поліпшенням метрологічних і експлуатаційних характеристик приладів, дозволяють перейти до більш ефективних методів вимірювань й заснованим на них принципам побудови вольтметрів, зробивши їх економічно й технічно більше раціональними.

Таким чином, нове покоління ЦВП відрізняються широкими функціональними можливостями, високими швидкодією і точністю, якою донедавна володіли лише й еталонні засоби вимірювальної техніки, підвищеними характеристиками надійності, зручністю експлуатації, малими масо-габаритними показниками, доступністю цін та безліч інших переваг.

У зв'язку з тим, що точність вольтметрів дуже висока виникає проблема повірки.

## Список літератури

1. Чинков В.Н. Цифровые измерительные приборы: учебн. / В.Н. Чинков. – М.: МО, 1992. – 506 с.
2. Гуревич М.Л. Новый высокочастотный цифровой вольтметр В7-83 для точного измерения и мощность непрерывных и импульсно-модулированных сигналов / М.Л. Гуревич, А.В. Чермохин. – 2007. – 5 с.
3. Телитченко Г.П. Анализ метрологического обеспечения средств измерения переменного напряжения. Главный метролог / Г.П. Телитченко, В.И. Швецов. – 2003. – С. 15-23.

Надійшла до редколегії 26.05.2010

**Рецензент:** канд. техн. наук, доц. В.Б. Кононов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВЫХ МУЛЬТИМЕТРОВ

О.В. Дерюга

*В статье исследуется современный этап развития измерительной техники, который характеризуется компьютеризацией измерений, что заключается в интенсивном использовании микропроцессоров и микроЭВМ. Это произвело к возникновению 4го поколения измерительных устройств названных процессорами, которые обеспечивают существенный перегон в их технических эксплуатационных и экономических показателях и принципиально новые возможности по классу разрешенных ими задач.*

**Ключевые слова:** цифровой вольтметр, мультиметр, процессор.

## DOSLIDZHENNYA METROLOGICHNIH FEATURES DIGITAL MULTIMETRIV

O.V. Deruga

*In article is researched modern stage developments of the measuring technology, which is characterized computerization of the measurements that is concluded in intensive use microprocessor and microEVM. This has produced to origin 4 generations measuring device named processor, which provide essential driving in their technical working and economic evidence and in principal new possibility on class allowed by them tasks.*

**Keywords:** digital vtvm, multimeter, processor.