

УДК 681.118.5

А.М. ПЕТУХ, В.В. ВОЙТКО, С.В. БЕВЗ, Б.С. ГУТ

Вінницький національний технічний університет, Україна

РОЗРОБКА АЛЬТЕРНАТИВНИХ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ ЗАСОБІВ НЕСТАНДАРТНОГО ЗОБРАЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ДАНИХ

Розглянуто новий підхід до реалізації засобів відображення цифрової інформації. Розроблені методи та моделі засобів нестандартного зображення цифрових даних. Запропоновано системний підхід до проектування пристроїв відображення.

цифрова інформація, засоби відображення інформації, таймерні пристрої, годинники, системи відображення інформації

Вступ

Сьогодні, в епоху стрімкого технологічного росту, важливого значення набувають засоби відображення інформації (ЗВІ), що забезпечують реалізацію принципів ергономіки та спрямовані на оптимізацію процесу сприйняття даних. Засоби цифрового відображення інформації займають вагоме місце серед усього розмаїття ЗВІ.

Інтерес до проблеми часу значно зріс наприкінці 80-х років ХХ століття і знайшов своє відображення в різних сферах гуманітарного й соціального знання, сприяв розробці різних концепцій часового відтворення, зумовив розробку нових принципів ергономіки, форм та засобів подання цифрової інформації та їх реалізацію в пристроях цифрового подання даних (ПЦПД).

Сучасний рівень дослідження категорії часу вийшов за межі природничо-наукового знання. Широта меж культурно-історичного контексту часу різних сфер знань створила прецедент розуміння проблеми часу як окремої проблеми, в якій засоби відтворення часової інформації розглядають як атрибут матерії. Таке розмаїття підходів до поставленої проблеми пояснюється тим, що сьогодні, навіть на рівні теоретичних концепцій, немає однозначного формулювання категорії часу, яке б могло слугувати загальним методологічним підґрунтям конкре-

тних наукових галузей.

Метою роботи є підвищення якісних характеристик сприйняття цифрових даних у таймерних пристроях.

Під об'єктом дослідження розуміємо процеси подання і сприйняття цифрової інформації, а предметом слугують нові форми відображення даних та таймерні засоби їх реалізації.

У зв'язку з цим, основними задачами постають розробка та реалізація нових методів цифрового подання даних та моделювання засобів відображення інформації на їх основі.

1. Аналіз перспектив розвитку таймерних пристроїв

Найдавніші методи вимірювання часу були відомі ще за 2000 років до нашої ери, і їх розвиток продовжувався до перших століть сучасної епохи [1]. Хронометричні прилади того періоду відносять до найпростіших. Їх використання обумовило перші важливі вдосконалення механічних годинників з колісною передачею.

До перших таймерних пристроїв належить розмаїття типів сонячних, водяних, вогневих, піскових та інших годинників, які як важливі елементи розвитку зіграли чималу роль в історії хронометрії [1, 2].

Механічні годинники. Сонячні, водяні й вогневі хронометричні прилади завершили першу фазу роз-

витку хронометрії і її методів. Поступово виробилися більш чіткі уявлення про час і стали вишукватися більш досконалі способи вимірювання часу. Революційним винаходом, що ознаменував нові етапи розвитку цього напрямку, було створення першого колісного годинника, з появою якого почалася сучасна ера хронометрії [1].

Розвиток електричних годинників. На початковій стадії розвитку електричних годинників чітко помітні наслідки тривалої ери механічних годинників як великих стаціонарних, так і малих портативних. В обох випадках електроенергія слугувала спочатку лише для заводу механічного привідного пристрою – вантажу чи пружини.

Верхом досконалості в побудові вільних електромагнітних маятників, застосованих на практиці, були електричні годинники В.Х. Шортта. Його годинник зі зведеним маятником, установлений вперше в 1921 р. на обсерваторії в Единбурзі, був побудований на ідеї конструкції Рудда, яка знайшла розвиток шляхом удосконалення обох синхронізованих маятників, що працювали з 30-секундним інтервалом між імпульсами приводу [1]. Годинники Шортта стали в період між двома світовими війнами обов'язковою належністю всіх великих астрономічних обсерваторій світу. За результатами спостережень за ходом трьох годинників Шортта, встановлених послідовно в 1924, 1926 й 1927 р. у Грінвічській обсерваторії, обчислили середньодобову загальну похибку в $1/300$ с, що приблизно відповідає помилці в 1 с на рік.

Точність, досягнута вільним маятником Шортта, викликала надії на можливість вимірів зміни тривалості обороту Землі. В 1931 р. це призвело до перегляду абсолютної одиниці часу – (зоряного часу) з урахуванням нутації земної осі. Звідси походила помилка, якою дотепер зневажали і яка досягала при своєму максимумі 0,003 с на добу. Нова скоректована абсолютна одиниця часу була пізніше названа середнім зоряним часом. Результати, досягну-

ті використанням годинників Шортта, були тривалий час (аж до появи кварцевих годинників) неперевершеними за точністю.

Якщо оцінювати точність кварцевих годинників з точки зору короткочасної стабільності, то треба сказати, що ця точність є значно вищою порівнянно з маятниковими годинниками, які, однак, при тривалих вимірюваннях виявляють більш високу стабільність ходу. У кварцевих годинниках залежність правильності ходу від часових параметрів експлуатації викликається змінами у внутрішній структурі кварцу й нестабільністю електронних систем.

Оскільки цифрове зображення інформації знайшло широке розповсюдження в таймерних пристроях, то дослідження різних форм нарисів цифр і визначення особливостей засобів відображення на їх основі є однією з важливих задач при розробці ЗВІ.

Питання про зручний у різних відношеннях нарис цифр, букв і інших знаків виникає при конструюванні багатьох видів індикаторів. Перше дослідження можливості їх розпізнавання було проведено французьким окулістом Джавалем ще в 1881 році [3]. Пізніше це питання привернуло увагу психотехніків у зв'язку з оформленням дорожніх знаків, плакатів техніки безпеки, типографічних шрифтів.

Розвиток нових засобів індикації, особливо так званої знакової індикації, обумовлював необхідність продовження досліджень у галузі систематичного оформлення даних. У зв'язку з цим, аналізу відомих досі та нових форм зображення цифрової інформації, спрямованих на покращення ідентифікаційних характеристик, слід приділяти належну увагу.

Провівши аналіз історичного розвитку годинникових пристроїв, вбачаємо необхідною не лише розробку нових методів і засобів відображення часової інформації, але й впровадження нових моделей аналогово-цифрового подання даних, котрі безперешкодно можуть бути реалізованими на існуючій елементній базі.

2. Розробка альтернативних методів та моделей засобів нестандартного зображення цифрових даних

Безперечно, альтернативне зображення величин – новий напрямок у науці, який потребує широкого вивчення та дослідження.

Існує два основні напрямки у зображенні альтернативних цифр: лінійний і круговий. Все розмаїття основних альтернативних методів зображення цифрової інформації, можна узагальнити у вигляді класифікації (рис. 1). Слід також відмітити, що при поданні часової інформації альтернативне зображення є гібридом цифри і стрілки та має кругову орієнтацію.

Принципи альтернативного цифрового зображення надають можливість подання і сприйняття інформації у аналого-цифровій формі, проте, за бажанням можливе і дискретне відображення (дискретна стрілка). Сигнальний рівень кодування на основі альтернативних методів зображення базується на поєднанні фазо-імпульсної і широтно-імпульсної модуляції, що може привести до значного підвищення пропускну здатності каналу передачі даних.

Особливістю альтернативного кодування є спроба використання принципів багатомірності у зображенні величин, що є, на наш погляд, одним із перспективних напрямків розвитку відображення даних.

Перспективність цього напрямку відзначалася ще у публікаціях 60-70-х років. Так, наприклад, Б.Ф. Ломов у [4] зазначав: “Є основа передбачати, що заміна великої кількості окремих пристроїв, котрі передають дискретно інформацію про окремі параметри об’єкта цілісною схемою (умовною картиною), котра змінює свою конфігурацію відповідно до зміни параметрів, дозволить значно підвищити швидкість і надійність отримання інформації людиною. Такого роду інтегральна схема кодування розрахована на природний для

людини симультанний спосіб оцінки комплексу параметрів.”



Рис. 1. Класифікація методів альтернативного подання величин

Без сумніву, кожен із запропонованих альтернативних методів і форм цифрового зображення є цікавим та оригінальним і має свої особливості і переваги у використанні в різних засобах відображення інформації (цифрових, аналогових, цифро-аналогових). Остаточний вибір та усталення цих методів потребує ще порівняльного квантитативного аналізу та дослідження. Покищо вважатимемо запропоновані методи еквівалентними інгредієнтами так званого ”альтернативного” зображення величин.

Цифрові стрілки і стрілкові цифри. Нові форми цифрового зображення розроблені на основі подання інформації на годиннику. Виходячи з цієї засади, коди і цифри, які використовуються у такому кодуванні, носять відповідно експліцитну назву "цифрової стрілки" і "стрілкової цифри".

Суть кодування полягає в тому, що за допомогою чотирьох символів репрезентуються дванадцять чисел (цифрових комбінацій). Тому, насамперед, ці методи зручно використовувати при поданні інформації про години в таймерних пристроях.

Певна річ, застосування такого кодування має більш широкі перспективи використання. Як відомо, сучасне програмне забезпечення орієнтується на образне зображення та сприйняття інформації (наприклад, "віконний" режим у Window і т.п.), що, зрозуміло, обумовлює і передбачає використання можливостей образного відтворення даних у цифрових формах подання величин. Безумовно, це новий підхід до принципів відображення числової інформації.

На рис. 2 наведено зображення стрілкових цифр за допомогою симетричного методу кодування, а на рис. 3 подано зображення цих кодів за допомогою арифметичного кодування.

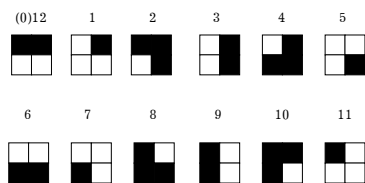


Рис. 2. Моделі стрілкових цифр за допомогою симетричного методу кодування

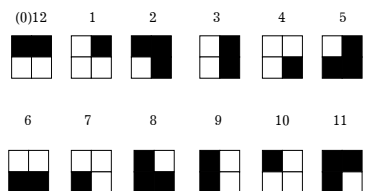


Рис. 3. Моделі цифр альтернативного кодування за допомогою арифметичного методу

Таким чином, відповідно до звичного нам зображення, при 0 (12) годинах зафарбовуються два верхніх квадратики, при шести годинах – два нижніх, при трьох годинах – два правих, а при дев'яти годинах – два лівих квадратики. У зображенні інших цифр є деякі особливості. Отже, при використанні симетричного методу кодування (рис. 2) парна цифра зображується у вигляді так званого "жирного кута", тобто зафарбовуються три квадратики, а непарна цифра – у вигляді "худого кута" (зафарбований один квадратик). При такому

кодуванні зручною є можливість симетричного кругового сприйняття даних, що, звісно, сприяє зручності та легкості ідентифікації цифрової інформації. Модель годинника, на якому зображені такі цифри, наведено на рис.4.

При використанні арифметичного методу кодування (рис. 3) більша цифра зображується у вигляді "жирного кута", а менша цифра – у вигляді "худого кута". Таким чином, зображення цифр "4" і "5", "10" і "11" порівняно з попереднім кодуванням міняються місцями.

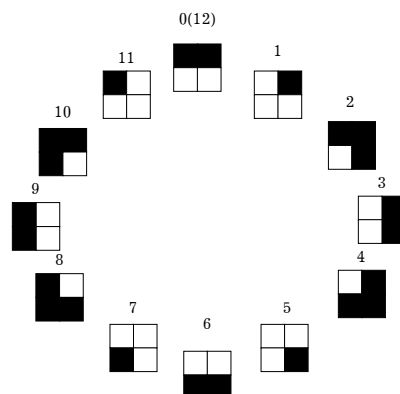


Рис. 4. Модель годинника із зображенням "стрілкових цифр" при симетричному кодуванні величин

Основними очевидними перевагами таких альтернативних методів подання величин є:

- 1) зменшення кількості необхідних для відображення цифр сегментів індикатора до чотирьох;
- 2) простота зображення;
- 3) зручність використання даних систем у пристроях відображення із можливістю збільшення дозволяючої здатності сприйняття інформації за рахунок повного і ефективного використання площі індикатора.

Для швидкого і простого сприйняття інформації та для легкого розпізнавання цифрових комбінацій "0" ("12") і "6", "3" і "9" необхідно дещо змінити форму описаних цифр. Чотирисегментні стрілкові цифри матимуть вигляд індикаторних форм, наведений на рис. 5.

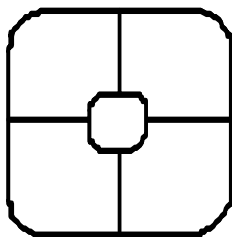


Рис. 5. Модель сегментів стрілкових цифр

Вище ми мали справу з прямокутним зображенням стрілкових цифр на базі арифметичного і симетричного зображення.

Для надання можливості безпроміжкового зображення інформації, що забезпечує повне використання площі індикатора, було запропоновано використання трикутних сегментів із прямим і повернутим зображенням (рис. 6, 7). Цифрова інформація при такому кодуванні подається за допомогою зафарбування сегментів-трикутників за арифметичним чи симетричним методом.

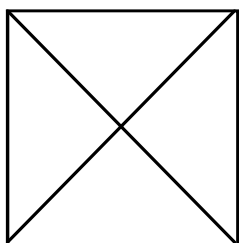


Рис. 6. Повернуте зображення трикутносегментних стрілкових цифр

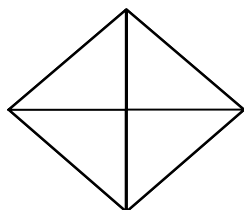


Рис. 7. Пряме зображення трикутносегментних стрілкових цифр

Інформація про години в такому пристрої подається за допомогою описаного вище чотирисегментного зображення, тобто цифрові

стрілки є аналогічними до описаних стрілкових цифр. Слід зауважити, що для сприйняття, очевидно, зручнішим є симетричний метод зображення (рис.4) завдяки можливості симетричного кругового сприйняття інформації, що обумовлено специфікацією даного методу; з технічної точки зору легше реалізується годинник з арифметичним кодуванням. Тому остаточний вибір методу кодування потребує ще експериментальних досліджень. При відображенні інформації про хвилини і секунди коло поділяється на звичні чотири частини, кожна з яких у свою чергу – ще на три сектори. При реалізації апаратної частини таких приладів управління групами зафарбування є ідентичним.

Цифрові стрілки розроблено для відображення часової інформації в таймерних пристроях. Один із варіантів циферблатів годинника із зображенням цифрових стрілок наводиться на рис. 8. На зовнішньому колі такого годинника подається інформація про години, на середньому — про хвилини, на внутрішньому — про секунди.

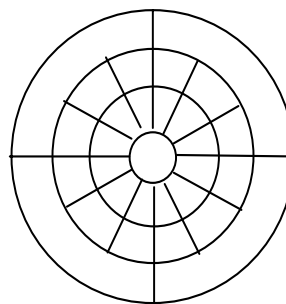


Рис. 8. Модель годинника на базі альтернативного кодування з зображенням цифрових стрілок

Такий годинник може носити експліцитну назву “цифро-стрілочного” годинника, оскільки надає можливість подання і сприйняття інформації у аналого-цифровій формі. Це одна з основних переваг таймерних пристроїв на базі альтернативного зображення величин у порівнянні із традиційним зображенням. Дана перевага обумовлена психологічними особливостями людини в процесі сприйняття

інформації, що полягають в кращому сприйнятті цифрової інформації з годинників в аналоговій формі [1, 2, 4]. На цій основі зрозумілим є широке розповсюдження в наш час стрілочних годинників. Проте цифрові електронні годинники мають значні переваги з точки зору сприйняття інформації дітьми, які ще не навчилися працювати зі стрілочними годинниками. Виходячи з цієї засади, “цифро-стрілочні” годинники на базі альтернативного кодування поєднують у собі переваги цифрових і стрілочних годинників.

В інженерній психології питання, пов’язані з оформленням шкал, стрілок та інших елементів, а також їх розташуванням на панелях, вивчені досить детально [4 – 6]. Використання в засобах відображення інформації альтернативних форм зображення величин забезпечить поєднання переваг подання даних в аналоговій та цифровій формах.

Принцип “грубо і точно в одному”. Назва даного принципу базується на відображенні його суті. Іманентна ознака принципу полягає у двозначному поданні інформації за допомогою однієї форми зображення, а саме, наприклад, подання інформації про десятки та одиниці двозначних чисел (так званий принцип числового зображення “грубо і точно в одному”) чи інформації про години і хвилини (чи секунди) на таймерних пристроях (дугове подання інформації) і т.п. Такий принцип може бути реалізований як у лінійному, так і в круговому варіантах. Особливістю кодування є можливість поєднання на одному індикаторі інформації про одиниці і десятки числових даних.

Використовуємо, наприклад, 11-ти сегментний індикатор; елементи індикації пронумеруємо від 0 до 10 (рис. 9). Тоді цифри від 1 до 9 будуть подаватися як відповідна кількість зафарбованих елементів від нульового по восьмий. Десятки відображаються зафарбуванням відповідного номеру сегмента. Одиниці багатозначних чисел

подаються знову ж таки зафарбуванням сегментів, починаючи з нульового, з тим лише виключеним, що для зручності визначення кількості десятків, один сегмент перед зображенням десятків пропускається. Кількість зображених одиниць в багатозначному числі визначається загальною кількістю зафарбованих квадратиків – сегментів індикатора.

Для прикладу на рис. 9 подано за допомогою методу “грубо і точно в одному” числа “46” при лінійному зображенні і “55” при круговому.

У будь-яких засобах відображення інформації часто постає задача подання багатозначних величин. Наприклад, таймерні пристрої потребують одночасного зображення інформації про години, хвилини, секунди. Тому зручним тут є зображення інформації за альтернативним методом “грубо і точно в одному” за принципом “дугового” подання числової інформації.

Суть принципу полягає у дуговому зображенні інформації, наприклад, про години і хвилини (рис.10), де початок дуги дає інформацію про години, а кінець дуги – про хвилини. Уточнення інформації про хвилини може проходити двома шляхами: а) уточнення хвилин за допомогою чотирисегментного кругового зображення (рис.10-а), де при зображенні “1” хвилини зафарбовується перший сегмент внутрішнього круга, при зображенні “2-ох” хвилин – перший і другий сегменти, 3-ох хвилин – (1 – 3) сегменти, 4-ьох хвилин – зафарбовуються всі чотири сегменти круга, 5-ти хвилин – круг не зафарбовується, а зафарбовується відповідно до зображення інформації на годиннику частина дуги (кінець якої, як зазначалося, дає інформацію про хвилини); б) при дуговому уточненні хвилин (рис.10-б) початок внутрішньої дуги уточнює інформацію про хвилини, а кінець – дає інформацію про секунди. Зрозуміло, що при дуговому зображенні часових даних інформація відображується відповідно до звичного нам зображення на годиннику.

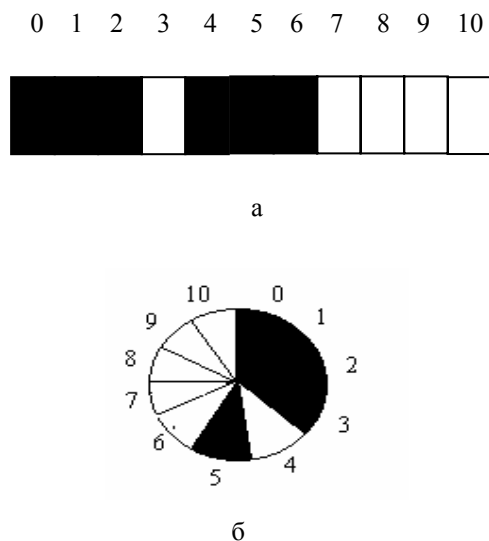


Рис. 9. Моделі індикаторів для подання багатозначних чисел за принципом “грубо і точно в одному”:

а – подання числа “46” при лінійному зображенні;
 б – подання числа “54” при круговому зображенні

Таймерний пристрій, що зображений на рис.10-б подає інформацію одночасно про години, хвилини і секунди (внутрішнє коло, що подає уточнену інформацію про хвилини і секунди, має 60 поділок, зовнішнє – 12 поділок для подання інформації про години і хвилини). Годинниковий пристрій, модель якого зображена на рис. 10-а можна використовувати і як секундомір, коли початок дуги дає нам інформацію про хвилини, а кінець – про секунди, що уточнюються за допомогою 4 – сегментного зафарбування внутрішнього круга.

Очевидною перевагою такого принципу подання інформації є збільшення дозволяючої здатності сприйняття даних за рахунок повного використання площі індикатора, що, безумовно, може привести до зменшення розмірів ПЦПД чи збільшення відстані комфортного сприйняття інформації. Основною перевагою альтернативного зображення все ж вважаємо можливість аналого-цифрового подання і сприйняття числової інформації, що підвищує зручність користування та має широкі перспективи використання. Важливою є також можливість уточнення цифр старших розрядів

числа цифрами молодших розрядів, що підвищує інформативність альтернативного зображення. Таким чином, при зображенні, наприклад, часової інформації положення кінця дуги, що подає інформацію про години, уточнюється положенням дуги, котра відображує дані про хвилини, що у свою чергу уточнюється секундним відображенням. Така особливість є важливою не тільки при реалізації таймерних пристроїв, а й у випадку будь-якого цифрового відображення, коли аналогічним чином цифри старших розрядів числа уточнюються цифрами молодших розрядів. Однією з важливих особливостей такого кодування є спроба використання принципів багатомірності у зображенні величин.

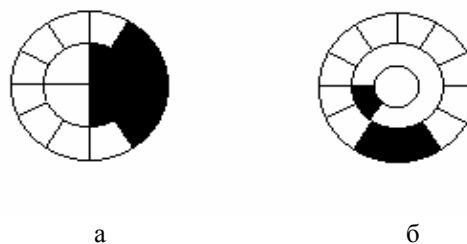


Рис. 10. Модель дугового подання часової інформації:

а – зображення інформації про 1 годину 27 хвилин при уточненні хвилин за допомогою 4-сегментного кругового зображення;
 б – зображення інформації про 5 годин 36 хвилин і 45 секунд при дуговому уточненні хвилин

Кроковий принцип зображення цифр. Кроковий принцип реалізується зафарбовуванням першого елемента індикації, потім другого, потім очищенням першого елемента та зафарбовуванням третього і т.д. Тобто зафарбовування наступного елемента обумовлює очищення попереднього. Таке подання даних є легким для розуміння, запам’ятовування та сприйняття. З його допомогою можна подати $2 \cdot N$ комбінацій, де N – число елементів індикації. Так для зображення цифри “1” зафарбовується 1 елемент індикатора; для зображення цифри “2” – перший і третій;

для зображення цифри “3” – тільки третій і т.д. Тому для зручності назви елементів індикації мають лише непарні значення (рис. 11).

При зображенні багатозначних чисел за кроковим принципом альтернативного кодування слід попередньо домовитися, який з індикаторів (верхній чи нижній при лінійному зображенні і зовнішній чи внутрішній при круговому) відображує інформацію про одиниці, а який про десятки багатозначних чисел (рис. 11-в, г)).

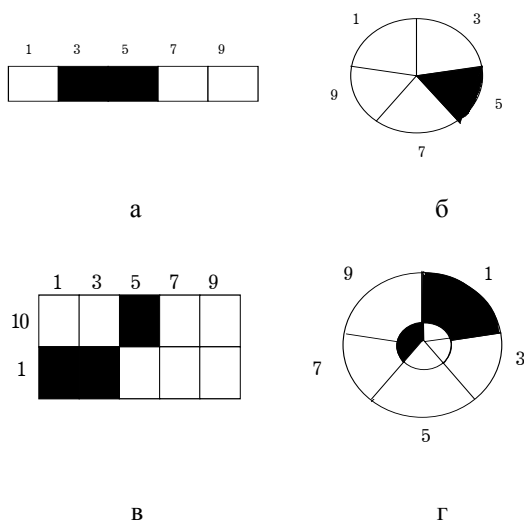


Рис. 11. Модель реалізації крокового принципу цифрового зображення даних:

- а – зображення цифри “4” за однозначним лінійним зображенням крокового принципу;
- б – зображенням цифри “7” за однозначним круговим зображенням крокового принципу;
- в – зображення числа “52” за лінійним зображенням крокового принципу;
- г – зображення числа “18” за двохзначним круговим зображенням крокового принципу

Зауважимо, що перевагою крокового принципу перед іншими принципами альтернативного зображення є ще й зручність технічної реалізації таких ПЦПД. Пристрій із таким кодуванням складається з двох дисків: зовнішнього і внутрішнього; диск зовнішнього круга слід розбити на 12 частин, 6 з яких є непрозорими, решта 6 – прозорими (інформативні сектори); інформативні і неінформативні сектори чергуються між собою;

зовнішній диск встановлюють непорушно, обертається лише внутрішній диск із зафарбованою четвертю круга з потрібною для відображення інформації частотою. Поява зафарбованої частини внутрішнього круга у прозорих інформативних секторах зовнішнього диску і подає інформацію про зображену цифру за кроковим принципом при реалізації кругового варіанту. Керуючись зручністю кругового принципу як для вивчення і сприйняття інформації, так і для легкої технічної реалізації ПЦПД на його основі, важливо відзначити перспективність розвитку останнього серед розмаїття альтернативних методів зображення величин.

“Слайсний” принцип альтернативного цифрового зображення. Такий принцип альтернативного зображення цифрової інформації (рис. 12) є легким для запам’ятовування (спочатку при зображенні цифр повертається одна четверть круга, потім дві, три; нуль може зображуватись зафарбуванням одночасно всіх чотирьох секторів круга чи незафарбованим жодним з них) і для технічної реалізації та зберігання всі переваги альтернативного зображення часової інформації в таймерних пристроях за допомогою “цифрових стрілок”.

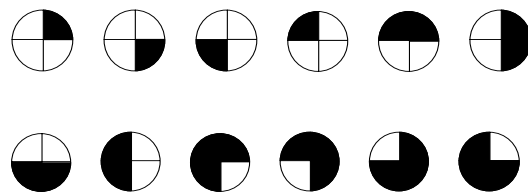


Рис. 12. Моделі зображення цифр з а “слайсним” принципом

Кількість подання можливих цифрових комбінацій за “слайсним” принципом розраховується за формулою:

$$m = n \cdot (n - 1), \quad (1)$$

де m – кількість можливих для відображення цифрових комбінацій; n – кількість сегментів індикації (в даному випадку – секторів круга, необхідних для зображення будь-якої цифри).

Реалізація аналого-цифрового принципу традиційного подання числових даних. За допомогою одного обертового диску–табло (рис. 13) можна реалізувати ПЦПД годинникового типу, який не потребує двох обертових стрілок (годинної та хвилинної) та базується на аналого-цифровому принципі подання даних. У модернізованому табло пропонуємо використовувати дві шкали для відображення інформації про години і хвилини.

Шкали розбиті на сектори і мають різний колір відображення. Шкала для відображення годин подається дванадцятьма цифрами, котрі розташовані на внутрішньому колі обертового диску і з часовою послідовністю з'являються в прорізі маски (рис.13, 14). Хвилинна шкала утримує дві складові (від'ємну та додатну) і подається на зовнішньому колі диску, реалізуючи аналого-цифрове відображення з чверть часовим уточненням інформації про години; крім того, від'ємна шкала психологічно підсилює відчуття наступаючої години. Маска має вигляд обмеженого сектору з центральною індикаторною стрілкою (рис. 14). Робочий отвір маски розраховано для відображення двох годинних секторів з огляду на те, що одногодинний сектор буде сприйматись людиною як дещо обмежений часовими рамками конкретної ситуації, а три годинні сектори будуть характеризуватись інформативною надлишковістю, що заважатиме користувачеві сконцентруватися на основних даних.

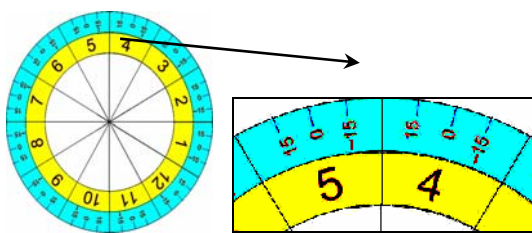


Рис. 13. Модель обертового диска-табло ПЦПД аналого-цифрового типу

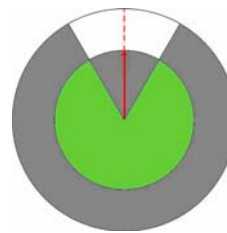


Рис. 14. Модель маски ПЦПД аналого - цифрового типу

Механічна реалізація таких ПЦПД виконується досить просто на базі звичайного механічного чи кварцового годинника. Маска встановлюється (наклеюється) на верхньому склі годинника. Робоче дискове табло розташовують на годинній стрілці, замінюючи її і використовуючи вісь обертання (при цьому особливу увагу слід приділяти вирішенню проблеми тертя, що може викликати похибки у вимірах часу).

3. Аналіз загальних підходів до розробки засобів відображення

Не дивлячись на велике розмаїття багатокомпонентних ЗВІ, складає їх, за незначним виключенням, досить обмежений набір елементів: пристрої, символи, надписи, цифри. Призначення їх також подібне. Тому рекомендації до вибору характеристик ЗВІ часто носять досить загальний характер. Складність створення загальних теоретичних умов дослідження та проектування ЗВІ полягає в тому, що вони є об'єктом взаємопов'язаного вивчення низки наук та галузей знань. Слід зауважити, що методи проектування ЗВІ досить відрізняються від методів проектування інших елементів інформаційних систем, оскільки вони є узгоджуваними елементами між інформаційною системою і людиною [6]. Тому вони повинні проектуватися не просто як технічні інформаційні пристрої, а і як об'єкти зорового сприйняття, в тому ж числі і сприйняття естетичного. Технічна естетика сьогодні вже пере-стала бути галуззю, де володарює одна лише інтуїція, – це галузь серйозних наукових знань.

Вперше на доцільність використання засобів художнього конструювання для підвищення ефективності операцій прийому інформації людиною вказали Б.Ф. Ломов та П.А. Кудін [4].

Таким чином, наприклад, при виборі кольорового рішення ЗВІ слід враховувати не лише вплив тих чи інших кольорів на функціональний стан різних систем організму, але й емоційний вплив на людину всієї кольорової композиції. Так, при розробці, наприклад, годинникових пристроїв на базі альтернативного кодування величин зручно, виходячи з аналізу літератури, використовувати жовті та блакитні кольори, що, крім полегшення у сприйнятті при будь-якому освітленні несе також ідеологічний зміст, пов'язаний із використанням кольорів відповідно до національної символіки.

Таким чином, при розробці ЗВІ та при виборі критеріїв оцінювання їх роботи слід враховувати вимоги як користувача, так і розробника засобу відображення інформації.

Методика проектування систем відображення інформації в наш час має ще недостатній розвиток, не дивлячись на наявність значної кількості робіт, присвячених розгляду часткових проблем введення і відображення інформації.

4. Аналіз системного підходу до проектування засобів відображення інформації

Аналізуючи існуючі рекомендації [2, 5, 6] та підходи до системного проектування ЗВІ, пропонуємо таку загальну методику проектування:

- 1 Аналіз системи у функціональному плані.
 - 1.1. Визначення і формування задачі ЗВІ та показників ефективності роботи.
 - 1.2. Складання алгоритму роботи інформаційної системи.
 - 1.3. Визначення об'єму і характеристик інформації, необхідної для виконання кожної функції та задачі системи.

- 1.4. Складання схеми інформаційних потоків і аналізу вимог до інформації з урахуванням об'ємів даних, що передаються, швидкостей передачі, часових характеристик окремих пристроїв системи.
- 1.5. Розробка загальної структури системи відображення даних та її функціональної компоновки.
- 2 Вибір та обґрунтування способу кодування та зображення інформації.
 - 2.1. Аналіз існуючих символів і алфавітів.
 - 2.1.1. Аналіз простоти відображення та сприйняття знаків.
 - 2.1.2. Аналіз зручності сприйняття інформації при швидкому читанні.
 - 2.1.3. Аналіз помилок, що виникають при сприйнятті символів.
 - 2.1.4. Порівняльний аналіз різних алфавітів.
 - 2.2. Вибір чи синтез необхідних символів і робочих алфавітів з урахуванням висунутих до них вимог.
 - 2.2.1. Вибір чи синтез алфавітів, зручних з точки зору сприйняття даних.
 - 2.2.2. Вибір чи синтез необхідних робочих алфавітів при покращенні можливостей їх формування та реалізації технічними засобами.
 - 2.2.3. Вибір чи побудова зручної конфігурації символів.
- 3 Визначення окремих характеристик індикаторних елементів.
- 4 Визначення обмежень до вартості реалізації ЗВІ, апаратних затрат, сучасних технічних можливостей; виконання відповідного аналізу з метою виявлення компромісного рішення.
- 5 Складання специфікації комплектуючих виробів.
- 6 Складання технічних умов на обладнання ЗВІ з урахуванням його функціональних особливостей та необхідного програмного забезпечення.

- 7 Узгодження художньо-конструкторських рішень ПЦПД.
- 8 Співставлення технічних характеристик спроектованого ЗВІ з вибраними показниками ефективності.

Алгоритм методики проектування ЗВІ передбачає можливість взаємного повторення етапів проектування з метою перегляду, модифікації і удосконалення отриманих результатів.

Наведемо деякі рекомендації до реалізації етапів запропонованої методики проектування ЗВІ. При виборі критеріїв ефективності роботи системи відображення інформації (СВІ) (п. 1.1) слід враховувати як надійність та ефективність технічних засобів відображення, так і надійність та ефективність роботи людини-користувача ПЦПД. Тому при оцінці спроектованої СВІ (п. 8) необхідно враховувати, що система відображення інформації відноситься до людино-машинної системи (ЛМС) чи до класу, так званих “гуманістичних систем”, для опису яких найкраще підходить математичний апарат нечіткої логіки.

Слід зауважити, що технічні системи досить ефективно описуються математичними методами кількісного аналізу, пов’язаними з фізичними науками, кінцево-різницевиими, диференціальними і інтегральними рівняннями і т.д. Проте гуманістичні системи, як правило, є більш складними і не так добре визначеними порівняно з технічними системами. Тому велика складність гуманістичних систем обумовлює використання підходів, що відрізняються від загальноприйнятих кількісних методів аналізу систем, тобто для реалістичного моделювання поведінки таких систем часто необхідно використовувати “лінгвістичний” підхід, відповідно до якого у якості значень змінних допускаються не лише числа, а і слова чи речення природньої або штучної мови. Такі змінні складають основу нечіткої логіки, яка часто є більш доцільною при описанні складних гуманістичних

систем, ніж звичайні чисельні методи аналізу. За допомогою лінгвістичних змінних можна наближено описати явища, які є настільки складними чи погано визначеними, що не піддаються описанню у загальноприйнятих кількісних термінах. Користуючись “принципом узагальнення”, велика частина існуючого математичного апарату, що традиційно використовується для аналізу систем, може бути пристосована до лінгвістичних змінних.

Серед багатьох галузей можливого застосування лінгвістичного підходу, а саме: штучний розум, лінгвістика, процеси прийняття рішень людиною, психологія, право, медична діагностика, пошук інформації, економіка і т.п. Заде називає і розпізнавання образів [7], що є важливим при оцінці семіотичних систем з точки зору зручності та ефективності використання їх у ЗВІ, сприйняття та ідентифікації їх людиною. Отже, вибір такого математичного апарату як нечіткі множини і парні порівняння при розробці методів оцінки і аналізу СВІ є не випадковим. Він обумовлений вимогами до гуманістичної ЛМС. У зв’язку з цим зручно використовувати багатокритеріальний метод оцінки варіантів на базі нечіткої логіки з урахуваннями впливу суб’єктивної думки експертів в алгоритмах оцінювання варіантів [8]. Такий метод був би зручним і при оцінці та виборі способу кодування і зображення інформації (п. 2), оскільки і на даному етапі проектування слід враховувати інтереси як розробника технічних ЗВІ, так і користувача пристроями відображення, тобто використовувати як кількісні, так і якісні критерії оцінки.

Третій етап проектування вимагає аналізу та порівняння характеристик індикаторних елементів із використанням особливостей вибраного способу кодування та зображення інформації. На етапі узгодження художньо-конструкторських рішень ПЦПД (п.7) слід сформулювати основні вимоги до вибору типу ЗВІ на базі принципів компонування пристроїв відображення інформації з урахуванням

засобів художнього конструювання для підвищення ефективності сприйняття інформації людиною.

На останньому етапі проектування ЗВІ проводиться співставлення технічних характеристик спроектованого ЗВІ з вибраними показниками ефективності. У випадку неотримання потрібних результатів часто необхідно визначити зону зміни значень параметрів системи (факторів впливу на ефективність роботи пристрою відображення) при утриманні загальносистемного критерію оптимальності у визначених межах, так званій “зоні нечутливості” до зміни значень факторів впливу. Для розв’язання цієї проблеми рекомендуємо до використання метод визначення граничних змін для можливості ідентифікації зони значень змінних параметрів системи [9].

Висновок

Розробка альтернативних методів та моделей засобів нестандартного зображення цифрових даних орієнтована на поєднання фазо-імпульсної і широтно-імпульсної модуляції, що обумовлює підвищення пропускну здатності каналу передачі даних та використання принципів багатомірності у зображенні величин. Такий підхід є одним з перспективних напрямків розвитку засобів відображення інформації, орієнтованих на підвищення надійності та комфортності подання й ідентифікації даних у таймерних пристроях.

Запропонований системний підхід до проектування засобів відображення цифрової інформації передбачає розгляд систем відображення як комплексних людино-машинних систем “гуманістичного” типу, для опису яких найкраще підходить математичний та лінгвістичний апарат нечіткої логіки й евристичні методи досліджень.

Література

1. Парамонов О.А. Механизмы точного времени. – М.: Знание, 1967. – 48 с.
2. Шполянский В.А., Чернягин Б.М. Электрические приборы времени. – М.: Машиностроение, 1964. – 388 с.
3. Кузьмин И.В., Кедрус В.А. Основы теории информации и кодирования. – К.: Вища школа, 1977. – 280 с.
4. Кудин П.А., Ломов Б.Ф. Использование средств технической эстетики для повышения эффективности операций приёма и передачи информации человеком // Проблемы инженерной психологии. – Изд. ЛГО, 1965. – С. 125-143.
5. Ковальов В.Г., Лебедев О.Н. Электронные часы на микросхемах – М.: Радио и связь, 1985. – 72 с.
6. Ванда В.Ф. Информационная техника и эргономика. – М.: Знание, 1970. – 48 с.
7. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и её применение к принятию приближённых решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
8. Ротштейн О.П., Петух А.М., Петренко М.І., Войтко В.В. Варіантний аналіз на базі нечітких парних порівнянь: методика та застосування на прикладі порівняння семіотичних систем // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький, 1998. – № 2. – С. 118-125.
9. Петух А.М., Войтко В.В. Можливості оцінки надійності систем відображення інформації на базі розв’язання оберненої задачі чутливості // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 1998. – № 4. – С. 12-17.

Поступила в редакцію 22.01.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Юхимчук, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.