



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **46721** (13) **U**
(51) МПК (2009)
G01B 7/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ ПРОЕКТУВАННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАНЬ МЕХАНІЧНИХ ВЕЛИЧИН**

1

2

(21) u200710106

(22) 10.09.2007

(24) 11.01.2010

(46) 11.01.2010, Бюл.№ 1, 2010 р.

(72) ПОДЧАШИНСЬКИЙ ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ПОДЧАШИНСЬКИЙ ЮРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(56) Моисеев В. С. Системное проектирование преобразователей информации. - Л.: Машиностроение, 1982. - с.150-151

SU 805334, G06F 5/20, 17.02.1981

EP 1729191, G05B19/05, 17/02, G06Q90/00, 06.12.2006

JP 2000235594, G01B21/20, G06F17/50, 29.08.2000

JP 2007058508, G06F17/50, 08.03.2007

RU 97114281, G06F17/50, G05B19/4097, 20.06.1999

EA 7379, G06F19/00, 27.10.2006

UA 9479, G06F17/60, 15.09.2005

RU 2219576, G06F17/00, 20.12.2003

RU 2192046, G06T17/40, G06N1/00, G06F17/60, 27.10.2002

RU 2002101131, G06F9/06, 9/44, 27.08.2003

US 6493679, G06F17/60, 10.12.2002

RU 2249852, G06F17/50, 10.04.2005

US 2004/0030418, G05B13/02, 12.02.2004

DE 19639424, G05B17/02, 19/042, G06F17/50, 27.03.1997

US 2007/0182941, G03B 27/68, 09.08.2007

(57) Спосіб проектування засобів вимірювань механічних величин, згідно з яким визначають структурну схему їх вимірювального каналу та здійснюють оптимізацію параметрів і вибір технічних засобів для складових частин вимірювального каналу, який **відрізняється** тим, що після визначення структурної схеми вимірювального каналу формують масив даних про технічні засоби, що можуть бути його складовими частинами, причому сформований масив даних для кожного з технічних засобів містить інформацію про його параметри та можливість працювати разом з іншими технічними засобами в складі вимірювального каналу, після чого за допомогою генетичного алгоритму виконують оптимізацію параметрів та вибір технічних засобів для кожної складової частини вимірювального каналу, причому як початкові дані для генетичного алгоритму використовують сформований масив даних про технічні засоби, а в ході роботи цього алгоритму виключають з розгляду варіанти вибору технічних засобів, які не можуть працювати разом як складові частини вимірювального каналу.

Корисна модель належить до галузі вимірювальної техніки і може бути використаний при проектуванні засобів вимірювань механічних величин, вимірювальна канал яких будується на основі використання двовимірної вимірювальної інформації та існуючих технічних засобів.

Як відомо, проектування засобів вимірювань механічних величин включає синтез їх фізичного принципу дії, синтез найбільш раціонального технічного рішення (в тому числі, синтез структури та вибір складових частин вимірювального каналу), пошук оптимальних значень параметрів для отриманого технічного рішення [1, стор.146].

Для засобів вимірювань механічних величин, що основані на формуванні та обробці двовимірної вимірювальної відеоінформації, фізичним принципом дії є перетворення поля світлового

випромінювання, що характеризує об'єкт вимірювань, в електричний сигнал, представлений в формі відеозображення [2]. Типовою структурною схемою таких засобів вимірювань, як і більшості засобів вимірювань неелектричних величин, є схема прямого перетворення [3]. Тому процес проектування даних засобів вимірювань полягає у виборі типів та моделей складових частин вимірювального каналу, а також оптимізації їх параметрів.

Найбільш близьким за сукупністю суттєвих ознак до способу є спосіб проектування засобів вимірювань механічних величин, що основані на формуванні та обробці двовимірної вимірювальної інформації. [4, стор.150-151]. Цей спосіб обраний за прототип.

Як і спосіб, спосіб-прототип включає визна-

(13) **U**(11) **46721**(19) **UA**

чення структурної схеми вимірювального каналу засобів вимірювань механічних величин, оптимізацію параметрів і вибір технічних засобів для складових частин вимірювального каналу.

Проте, на відміну від способу, у способі-прототипі на етапі оптимізації значення параметрів складових частин вимірювального каналу не пов'язані із значеннями параметрів технічних засобів, на основі яких будується цей канал. Вибір технічних засобів виконується після оптимізації на основі її результатів.

Однак, серед існуючих технічних засобів складно підібрати такі їх моделі для кожної складової частини вимірювального каналу, щоб забезпечити точну відповідність значень всіх параметрів цих моделей значенням, отриманим в результаті оптимізації.

Розробка нових складних технічних засобів з оптимальними значеннями параметрів в багатьох випадках не є доцільною, оскільки суттєво ускладнює і сповільнює процес проектування засобів вимірювань механічних величин. Тому в більшості випадків для складових частин вимірювального каналу обирають існуючі технічні засоби з параметрами, що відхиляються від умов оптимальності вимірювального каналу.

Цей недолік має місце як в способі-прототипі, так і в способі. Але в способі-прототипі спочатку виконують оптимізацію та отримують оптимальні значення параметрів складових частин вимірювального каналу і тільки потім обирають технічні засоби для цих складових частин з параметрами, що відхиляються від умов оптимальності вимірювального каналу. Оскільки такий вибір виконується окремо від процедури оптимізації, то він не враховує в повній мірі взаємні залежності параметрів, їх співвідношення та інші особливості, що привели до результату, отриманого шляхом оптимізації. Наслідком такого вибору технічних засобів може бути суттєве відхилення параметрів цих засобів від умов оптимальності вимірювального каналу. В результаті погіршуються технічні характеристики засобів вимірювань механічних величин.

Реальні технічні засоби, що використовуються для побудови вимірювального каналу, є складними пристроями з великою кількістю параметрів, різними принципами та режимами роботи, різними інтерфейсами для вхідних та вихідних сигналів, що передають вимірювальну інформацію про механічні величини. Тому цілком можливою є ситуація, коли технічні засоби для кожної складової частини вимірювального каналу окремо підібрані правильно (з наближенням до умов оптимальності), але вони не можуть працювати разом через невідповідність ряду їх параметрів, вказаних вище. В результаті такий засіб вимірювань механічних величин є неприцездатним.

Для подолання цієї ситуації заміняють деякі технічні засоби таким чином, щоб отримати працездатний засіб вимірювань. Але такі заміни можуть суттєво порушити умови оптимальності вимірювального каналу. В результаті погіршуються технічні характеристики засобів вимірювань механічних величин.

Також слід відзначити, що зазвичай оптиміза-

ція виконується за допомогою електронної обчислювальної машини (ЕОМ), а вибір технічних засобів виконує проектувальник. Тому можливі суб'єктивні помилки, що суттєво збільшують відхилення результатів проектування від умов оптимальності.

Таким чином, суттєвим недоліком способу-прототипу є недостатнє наближення результатів проектування (параметрів технічних засобів, обраних в якості складових частин вимірювального каналу) до умов оптимальності вимірювального каналу і, як наслідок, погіршення технічних характеристик засобів вимірювань механічних величин, що проектуються.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу проектування засобів вимірювань механічних величин, щоб забезпечити поліпшення технічних характеристик засобів вимірювань механічних величин, що проектуються.

Поставлена задача вирішується шляхом того, що після визначення структурної схеми вимірювального каналу формують масив даних про технічні засоби, що можуть бути його складовими частинами, причому сформований масив даних для кожного з технічних засобів містить інформацію про його параметри та можливість працювати разом з іншими технічними засобами в складі вимірювального каналу, після чого за допомогою генетичного алгоритму виконують оптимізацію параметрів та вибір технічних засобів для кожної складової частини вимірювального каналу, причому в якості початкових даних для генетичного алгоритму використовують сформований масив даних про технічні засоби, а в ході роботи цього алгоритму виключають з розгляду варіанти вибору технічних засобів, які не можуть працювати разом як складові частини вимірювального каналу.

В способі оптимізація параметрів та вибір технічних засобів для складових частин вимірювального каналу суміщені і виконуються за допомогою генетичного алгоритму.

Як відомо, генетичний алгоритм є потужним засобом вирішення задач оптимізації [5, стор. 251-258]. Він поєднує переваги методів оптимізації на основі перебору варіантів та градієнтних методів оптимізації. При цьому забезпечується висока швидкість оптимізації та знаходження глобального екстремуму цільової функції. Також цей алгоритм надає можливості гнучкого кодування даних різних типів, що використовуються як початкові дані для процедури оптимізації.

Оптимізація параметрів складових частин вимірювального каналу в генетичному алгоритмі забезпечується за рахунок цілеспрямованого пошуку серед параметрів існуючих технічних засобів, що можуть бути складовими частинами цього каналу. Для цього використовується інформація з масиву даних про технічні засоби, що передана в якості початкових даних в генетичний алгоритм. Вибір технічних засобів в генетичному алгоритмі забезпечується за рахунок того, що в ході його роботи разом з пошуком оптимальних параметрів розглядаються технічні засоби, що мають ці параметри. При цьому результатом роботи генетичного алгоритму є вибір технічних засобів, параметри яких забезпечують максимальне наближення до

умов оптимальності вимірювального каналу. Це відбувається за рахунок оптимізаційних властивостей генетичного алгоритму [5, стор.251-258]. Як наслідок, суттєво поліпшуються технічні характеристики засобів вимірювань механічних величин.

В ході роботи генетичного алгоритму виключають з розгляду варіанти вибору технічних засобів, що не можуть працювати разом як складові частини вимірювального каналу. Для цього використовується інформація з масиву даних про технічні засоби, що передана в якості початкових даних в генетичний алгоритм. Тому результатом проектування є повністю працездатний засіб вимірювань механічних величин, що не потребує будь-яких додаткових змін у виборі технічних засобів після виконання оптимізації. Це виключає додаткові відхилення параметрів технічних засобів від умов оптимальності вимірювального каналу. В результаті суттєво поліпшуються технічні характеристики засобів вимірювань механічних величин.

Окрім того, в способі всі проектні операції виконують за допомогою цифрової ЕОМ, що виключає можливість суб'єктивних помилок у виборі технічних засобів для складових частин вимірювального каналу.

Таким чином, спосіб забезпечує максимально можливе наближення результатів проектування (параметрів технічних засобів, обраних в якості складових частин вимірювального каналу) до умов оптимальності вимірювального каналу і, як наслідок, поліпшення технічних характеристик засобів вимірювань механічних величин, що проектуються.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображено приклад структурної схеми засобу вимірювань механічних величин, що оснований на формуванні та обробці двовимірної вимірювальної інформації.

Спосіб виконують в такій послідовності:

1. Визначають структурну схему вимірювального каналу засобів вимірювань механічних величин.

Наприклад, структурною схемою таких засобів вимірювань може бути схема прямого перетворення. Використання такої схеми пояснюється тим, що як і для більшості засобів вимірювань неелектричних величин, використання альтернативної схеми врівноважуючого перетворення неможливе по ряду причин. Перш за все, це складність створення, низька надійність та точність зворотних перетворювачів електричних величин в неелектричні [3]. Тому в даному випадку структурна схема вимірювального каналу представляє собою ряд вимірювальних перетворювачів, з'єднаних послідовно.

2. Формують масив даних про технічні засоби, що можуть бути складовими частинами вимірювального каналу засобу вимірювань механічних величин, що проектується. Причому сформований масив даних містить для кожного з цих засобів інформацію про його параметри та про його можливість працювати разом з іншими технічними засобами в складі вимірювального каналу.

3. Виконують за допомогою генетичного алгоритму оптимізацію параметрів та вибір технічних

засобів для складових частин вимірювального каналу. В якості початкових даних для генетичного алгоритму використовують сформований масив даних про технічні засоби, а в ході роботи цього алгоритму виключають з розгляду варіанти вибору технічних засобів, які не можуть працювати разом як складові частини вимірювального каналу.

Вказані початкові дані кодуються та передаються в генетичний алгоритм [5]. В ході роботи цього алгоритму серед цих даних знаходиться варіант вибору технічних засобів, що максимально наближений до умов оптимальності вимірювального каналу з урахуванням цільової функції оптимізації. Одночасно технічні засоби цього варіанту можуть працювати разом в складі вимірювального каналу, оскільки непрацездатні варіанти виключені з розгляду за рахунок відповідного настроювання генетичного алгоритму.

В процесі оптимізації використовують цільову функцію. Наприклад, цільовою функцією може бути досягнення максимальної точності результатів вимірювань механічних величин на виході вимірювального каналу за умови наявності обмежень на вартість технічних засобів цього каналу.

В результаті отримують вимірювальний канал, який складається з існуючих технічних засобів, що можуть працювати разом, а параметри цих засобів максимально наближені до умов оптимальності вимірювального каналу.

За допомогою запропонованого способу було проведено ряд досліджень. Ці дослідження виконувалися на прикладі проектування засобу вимірювань механічних величин, що оснований на формуванні та обробці двовимірної вимірювальної інформації.

Як відомо, одним з ефективних методів вимірювань механічних величин є формування та обробка сигналів, які містять вимірювальну інформацію про об'єкт вимірювань. Ці сигнали можуть бути одновимірними або двовимірними. Найбільш інформативними є двовимірні сигнали (відеозображення), що містять двовимірну вимірювальну інформацію про зміни механічних величин в просторі та в часі [2, 6]. Одиночні відеозображення містять двовимірну вимірювальну інформацію про геометричні характеристики об'єктів вимірювань. Якщо в наявності є послідовність відеозображень, що відповідають певним моментам часу, то на цій основі можуть бути обчислені інші механічні величини (переміщення об'єктів, їх швидкість тощо). Для отримання результатів вимірювань необхідно сформувати цифрове відеозображення як двовимірний образ об'єкта вимірювань та виконати його обробку в обчислювальному пристрої.

На початку досліджень було визначено структурну схему вимірювального каналу та сформовано масив даних про технічні засоби, що можуть бути складовими частинами цього каналу. Структурною схемою засобу вимірювань механічних величин було обрано схему прямого перетворення, що представляє собою ряд вимірювальних перетворювачів, з'єднаних послідовно.

На Фіг. зображено структурну схему даного засобу вимірювань.

Цей засіб вимірювань містить об'єкт 1 вимірю-

вань і пристрій 2 формування цифрових відеозображень, до складу якого входять перетворювач 3 "світло-сигнал", аналого-цифровий перетворювач 4 (АЦП), пристрій 5 стиснення цифрових відеозображень, а також цифрову ЕОМ 6, до складу якої входять інтерфейс 7 (пристрій) введення цифрових відеозображень, центральний процесор 8, пристрій 9 стиснення цифрових відеозображень, запам'ятовуючий пристрій 10. Вимірювальний канал засобу вимірювань механічних величин складається з блоків 2-10, що забезпечують формування, Накопичення, обробку та зберігання двовимірної вимірювальної інформації (цифрових відеозображень) та результатів вимірювань механічних величин.

Структурна схема засобу вимірювань механічних величин працює таким чином.

Об'єкт 1 вимірювань розміщений в полі зору оптичної системи пристрою 2 формування цифрових відеозображень. Перетворювач 3 "світло-сигнал" формує відеосигнал, що містить вимірювальну інформацію про механічні величини, які характеризують поточний стан об'єкта 1 вимірювань. Цей відеосигнал перетворюється в цифрове відеозображення за допомогою АЦП 4 відеосигна-

лу. Далі цифрове відеозображення стискається пристроєм 5 стиснення цифрових відеозображень та надходить в цифрову ЕОМ 6 по інтерфейсу 7 введення цифрових відеозображень. Стиснення необхідне для того, щоб забезпечити швидку передачу в цифрову ЕОМ 6 послідовності цифрових відеозображень, що мають значний об'єм. Центральний процесор 8 відновлює стиснуті цифрові відеозображення та виконує їх обробку. Результатом такої обробки є результати вимірювань механічних величин, що характеризують поточний стан об'єкта 1 вимірювань. Пристрій 9 стиснення цифрових відеозображень виконує стиснення цифрових відеозображень після їх обробки центральним процесором 8. Таке стиснення необхідне для забезпечення компактного зберігання цих відеозображень протягом тривалого часу. Стиснуті відеозображення та результати вимірювань механічних величин надходять до запам'ятовуючого пристрою 10 для тривалого зберігання.

За допомогою способу було здійснено оптимізацію параметрів і вибір технічних засобів для складових частин вимірювального каналу даного засобу вимірювань механічних величин (дивись таблицю).

Таблиця

Складові частини вимірювального каналу	Технічні засоби для складових частин вимірювального каналу			
	Режим формування та обробки послідовності цифрових відеозображень в реальному масштабі часу		Режим формування, накопичення та обробки окремих цифрових відеозображень в довільному темпі	
	Отримання мінімальної собівартості	Отримання максимальної точності	Отримання мінімальної собівартості	Отримання максимальної точності
1	2	3	4	5
1. Пристрій формування цифрових відеозображень та його розподільча здатність (дискретних точок)	Web-камера 640x480	Спеціалізована цифрова відеокамера, 4000x3000	Цифровий фотоапарат, 640x480	Цифровий фотоапарат, 3072x2304
2. АЦП відеосигналу	Вбудований АЦП в складі пристрою формування цифрових відеозображень			
3. Пристрій стиснення цифрових відеозображень та метод стиснення	Вбудований пристрій в складі пристрою формування цифрових відеозображень, MPEG	Стиснення відсутнє	Вбудований пристрій в складі пристрою формування цифрових відеозображень, JPEG	Стиснення відсутнє
4. Інтерфейс введення цифрових відеозображень	USB 2.0	Спеціалізована плата, що взаємодіє з системною шиною цифрової ЕОМ	USB	USB
5. Обчислювальний пристрій (цифрова ЕОМ)	Універсальна цифрова ЕОМ			
6. Пристрій стиснення цифрових відеозображень в складі цифрової ЕОМ та метод стиснення	Стиснення реалізовано програмно в цифровій ЕОМ, метод MPEG	Стиснення реалізовано спеціалізованою платою в складі цифрової ЕОМ, метод MJPEG	Стиснення реалізовано програмно в цифровій ЕОМ, метод JPEG	Стиснення реалізовано програмно в цифровій ЕОМ, метод JPEG
7. Запам'ятовуючий пристрій	Зовнішній запам'ятовуючий пристрій з оптичними носіями інформації (CD або DVD)			

Розглядалися два можливі режими роботи за-

собу вимірювань механічних величин, побудовано-

го на основі даної структурної схеми:

- формування і обробка в реальному масштабі часу послідовності цифрових відеозображень, що містять двовимірну вимірювальну інформацію про механічні величини;

- формування, накопичення і обробка окремих цифрових відеозображень в довільному темпі.

При цьому оптимізація виконувалася для таких цільових функцій:

- отримання мінімальної собівартості засобу вимірювань механічних величин при умові забезпечення необхідних точності та швидкодії цього засобу;

- отримання максимальної точності засобу вимірювань механічних величин при умові забезпечення необхідної швидкодії та собівартості цього засобу.

Результати вибору технічних засобів для складових частин вимірювального каналу наведено в таблиці. При цьому вказано тип технічного засобу. Конкретна модель повинна бути такою, що задовольняє вказаним в таблиці вимогам та параметрам.

В результаті була доведена можливість прак-

тичної реалізації запропонованого способу, а також його придатність для проектування засобів вимірювань механічних величин.

Джерела інформації:

1. Автоматизация проектирования устройств измерительной техники / Ю.М. Туз, А.И. Забарный, Б.Н. Белоусов и др. - К.: Выща школа, 1988. - 288с.

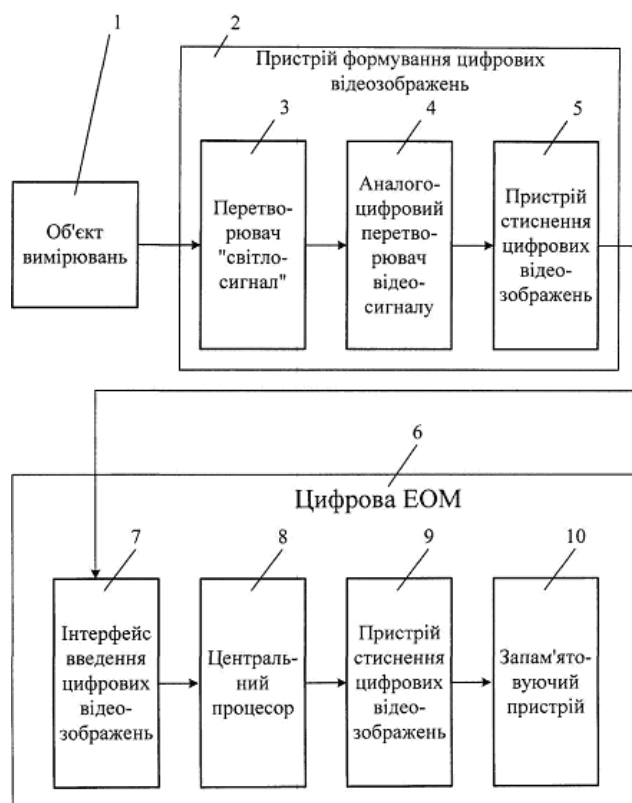
2. Грязин Г. Н. Системы прикладного телевидения: Учебное пособие для вузов. - СПб.: Политехника, 2000. - 277с.

3. Электрические измерения электрических и неэлектрических величин / Под ред. Е.С. Полищука. - К.: Вища школа, 1984. - 359с.

4. Моисеев В.С. Системное проектирование преобразователей информации. - Л.: Машиностроение, 1982. - 255с.

5. Дьяконов В.П., Круглов В.В. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7SP 2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. Серия «Библиотека профессионала». - М.: Солон-Пресс, 2006. - 456с.

6. Катус Г.П. Обработка визуальной информации. - М.: Машиностроение, 1990. - 320с.



Фіг.