



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **140691** (13) **U**
(51) МПК (2020.01)
G01B 7/00
G01P 3/36 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

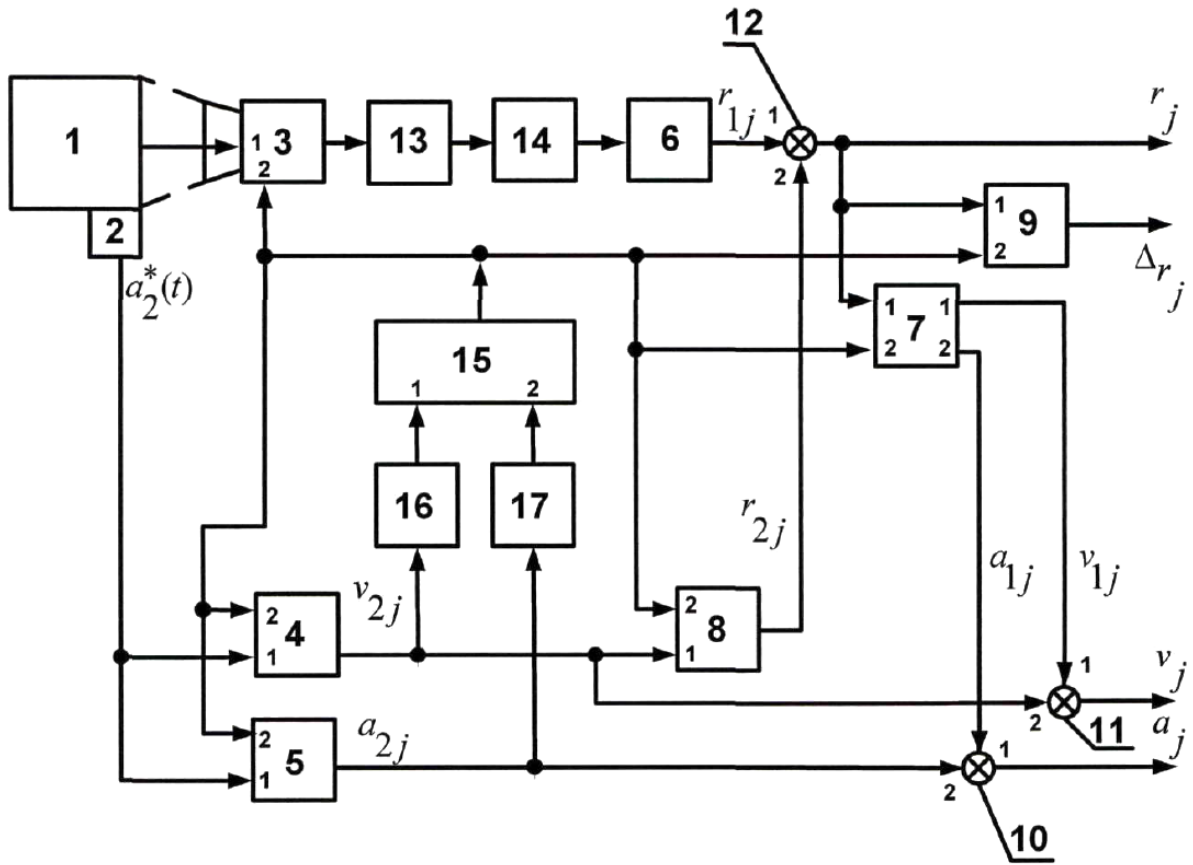
(21) Номер заявки: u 2019 08229	(72) Винахідник(и): Подчашинський Юрій Олександрович (UA), Лугових Оксана Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 15.07.2019	(73) Власник(и): ЖИТОМИРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Чуднівська, 103, м. Житомир, 10005 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.03.2020	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.03.2020, Бюл.№ 5	

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХУ ОБ'ЄКТІВ

(57) Реферат:

Пристрій для вимірювання параметрів руху об'єктів містить пристрій (3) формування відеозображень, перший вхід якого оптично пов'язаний з об'єктом (1) вимірювань, а вихід підключено до входу аналого-цифрового перетворювача (13), вихід якого підключено до входу блока (14) пам'яті, вихід якого підключено до входу блока (6) визначення поточних координат, вихід якого підключено до першого входу першого суматора (12), вихід якого підключено до першого входу блока (9) обчислення переміщень та до першого входу блока (7) визначення швидкості та прискорення, перший вихід якого підключено до першого входу другого суматора (11), а другий вихід підключено до першого входу третього суматора (10), акселерометр (2), жорстко закріплений на об'єкті (1) вимірювань, причому вихід акселерометра (2) підключено до першого входу фільтра (5) нижніх частот та до першого входу першого інтегратора (4), вихід якого підключено до другого входу другого суматора (11) та до першого входу другого інтегратора (8), вихід якого підключено до другого входу першого суматора (12), а вихід фільтра (5) нижніх частот підключено до другого входу третього суматора (10), при цьому вихід блока (9) обчислення переміщень і виходи першого (12), другого (11) та третього (10) суматорів є виходами всього пристрою, згідно з корисною моделлю, додатково введено блок (15) задання інтервалів часу, перший (16) та другий (17) елементи затримки, причому перший вхід блока (15) задання інтервалів часу підключено до виходу першого елемента (16) затримки, вхід якого підключено до виходу першого інтегратора (4), другий вхід блока (15) задання інтервалів часу підключено до виходу другого елемента (17) затримки, вхід якого підключено до виходу фільтра (5) нижніх частот, а вихід блока (15) задання інтервалів часу підключено до другого входу пристрою (3) формування відеозображень, до другого входу блока (9) обчислення переміщень, до другого входу блока (7) визначення швидкості та прискорення, до другого входу фільтра (5) нижніх частот, до другого входу першого інтегратора (4) та до другого входу другого інтегратора (8).

UA 140691 U



Корисна модель належить до галузі вимірювальної техніки і може бути використана для визначення поточних координат, переміщень, швидкості та прискорення промислових виробів та елементів технологічного обладнання на підприємствах.

5 Як найближчий аналог вибрано пристрій для вимірювання параметрів руху об'єктів [1]. Як і пристрій-корисна модель, він містить пристрій формування відеозображень, перший вхід якого оптично пов'язаний з об'єктом вимірювань, а вихід підключено до входу аналого-цифрового перетворювача, вихід якого підключено до входу блока пам'яті, вихід якого підключено до входу блока визначення поточних координат, вихід якого підключено до першого входу першого суматора, вихід якого підключено до першого входу блока обчислення переміщень та до першого входу блока визначення швидкості та прискорення, перший вихід якого підключено до першого входу другого суматора, а другий вихід підключено до першого входу третього суматора, акселерометр, жорстко закріплений на об'єкті вимірювань, причому вихід акселерометра підключено до першого входу фільтра нижніх частот та до першого входу першого інтегратора, вихід якого підключено до другого входу другого суматора та до першого входу другого інтегратора, вихід якого підключено до другого входу другого суматора, а вихід фільтра нижніх частот підключено до другого входу третього суматора, при цьому вихід блока обчислення переміщень і виходи першого, другого та третього суматорів є виходами всього пристрою.

20 Проте, на відміну від пристрою-корисної моделі, у пристрої-аналогу створюється часова послідовність відеозображень та часові послідовності відліків прискорення, швидкості та поточних координат об'єкта вимірювань, що мають фіксований інтервал часу між сусідніми відеозображеннями та відліками. Цей інтервал задається до початку роботи пристрою-аналога, виходячи з очікуваних усереднених значень параметрів руху об'єктів. Такий підхід може дати прийнятний результат при русі об'єктів з постійними параметрами цього руху. Однак, на підприємствах промислової виробництва та елементи технологічного обладнання, що контролюються за допомогою пристрою-аналога, часто змінюють параметри свого руху згідно з вимогами технологічного процесу.

30 При цьому алгоритмічна процедура обчислення оцінок параметрів руху для поточного моменту часу використовує значення поточних координат, що виміряні для попередніх моментів часу на інтервалі оцінювання цих параметрів за часовою послідовністю відеозображень об'єкта вимірювань. При фіксованому інтервалі часу між сусідніми відеозображеннями та використанні декількох десятків відеозображень інтервал оцінювання може дорівнювати декільком секундам або десяткам секунд. Відповідно, на такому довготривалому інтервалі оцінювання більшість відліків масиву виміряних координат об'єкта відповідають попереднім значенням параметрів руху цього об'єкта до їх зміни. Ці відліки координат далі використовуються для розрахунку оцінок параметрів руху для поточного моменту часу. В результаті, у пристрої-аналогу виникає значна динамічна похибка визначення параметрів руху об'єктів.

40 При цьому зменшення тривалості інтервалу оцінювання та його наближення до моменту зміни параметрів руху за рахунок зменшення кількості відеозображень на ньому є небажаним, так як приведе до збільшення похибки чисельних методів, що використовуються для обчислення оцінок параметрів руху [2].

45 В процесі формування відеозображень об'єктів вимірювань за допомогою пристрою формування відеозображень у пристрої до цих відеозображень додаються похибки. Для об'єктів вимірювань, що рухаються відносно пристрою формування відеозображень, найбільш суттєвою похибкою є розмиття контурів цього об'єкта на відеозображенні в напрямку руху. Цей ефект обумовлено фізичними процесами формування відеозображення в перетворювачі "світло-сигнал" пристрою формування відеозображень [3]. При визначенні параметрів руху об'єктів на основі координат їх точок, що відповідають розмитому контуру, виникає значна трансформована похибка обчислення значень цих параметрів руху [4].

50 Наявність значної динамічної похибки також призводить до обмеження діапазону значень параметрів руху, що можуть бути виміряні пристроєм з прийнятною загальною похибкою вимірювань.

Таким чином, пристрій-аналог має недостатню точність та обмежений допустимий діапазону вимірювань параметрів руху об'єктів.

55 В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення пристрою для вимірювання параметрів руху об'єктів, щоб забезпечити підвищення точності та розширення допустимого діапазону вимірювань параметрів руху об'єктів.

60 Поставлена задача вирішується шляхом того, що в пристрій для вимірювання параметрів руху об'єктів, що містить пристрій формування відеозображень, перший вхід якого оптично пов'язаний з об'єктом вимірювань, а вихід підключено до входу аналого-цифрового

перетворювача, вихід якого підключено до входу блока пам'яті, вихід якого підключено до входу блока визначення поточних координат, вихід якого підключено до першого входу першого суматора, вихід якого підключено до першого входу блока обчислення переміщень та до першого входу блока визначення швидкості та прискорення, перший вихід якого підключено до першого входу другого суматора, а другий вихід підключено до першого входу третього суматора, акселерометр, жорстко закріплений на об'єкті вимірювань, причому вихід акселерометра підключено до першого входу фільтра нижніх частот та до першого входу першого інтегратора, вихід якого підключено до другого входу другого суматора та до першого входу другого інтегратора, вихід якого підключено до другого входу першого суматора, а вихід фільтра нижніх частот підключено до другого входу третього суматора, при цьому вихід блока обчислення переміщень і виходи першого, другого та третього суматорів є виходами всього пристрою, згідно з корисною моделлю, додатково введено блок задання інтервалів часу, перший та другий елементи затримки, причому перший вхід блока задання інтервалів часу підключено до виходу першого елемента затримки, вхід якого підключено до виходу першого інтегратора, другий вхід блока задання інтервалів часу підключено до виходу другого елемента затримки, вхід якого підключено до виходу фільтра нижніх частот, а вихід блока задання інтервалів часу підключено до другого входу пристрою формування відеозображень, до другого входу блока обчислення переміщень, до другого входу блока визначення швидкості та прискорення, до другого входу фільтра нижніх частот, до другого входу першого інтегратора та до другого входу другого інтегратора.

У пристрої-корисній моделі інтервал часу між сусідніми відеозображеннями та між сусідніми відліками прискорення, швидкості і координат об'єкта вимірювань у часовій послідовності формується в процесі роботи за допомогою блока задання інтервалів часу. Цей блок отримує значення параметрів руху об'єкта вимірювань, що визначені в другому вимірювальному каналі пристрою-корисної моделі (цей канал складається з акселерометра, першого і другого інтегратора та фільтра нижніх частот). На основі отриманих значень блок задання інтервалів часу формує значення цих інтервалів, що відповідають умовам поточного руху об'єктів вимірювань, що контролюються.

При цьому у моменти зміни параметрів руху блок задання інтервалів часу зменшує інтервали часу між сусідніми відеозображеннями та між сусідніми відліками прискорення, швидкості і поточних координат об'єкта вимірювань. В результаті, загальна тривалість інтервалу оцінювання параметрів руху зменшується при збереженні кількості відеозображень та кількості відліків координат, що формуються в першому та другому вимірювальних каналах пристрою-корисної моделі (перший вимірювальний канал складається з пристрою формування відеозображень, аналого-цифрового перетворювача, блока пам'яті та блока визначення поточних координат). Внаслідок зменшення тривалості інтервалу оцінювання відеозображення та відліки координат є більш наближеними до поточного моменту часу та описують зміни параметрів руху об'єкта вимірювань, що відбуваються. Таким чином, пристрій-корисна модель забезпечує суттєве зменшення динамічної похибки визначення параметрів руху об'єктів.

Зменшення інтервалу часу між сусідніми відеозображеннями у часовій послідовності також приводить до зменшення часу формування одного відеозображення пристроєм формування відеозображень. Як наслідок, зменшується розмиття контурів об'єкта вимірювань, обумовлене його рухом відносно пристрою формування відеозображень, та зменшується трансформована похибка обчислення поточних координат та параметрів руху цього об'єкта [4].

Використання інтервалу оцінювання, що змінюється відповідно до поточних умов руху об'єкта вимірювань, також дозволяє розширити діапазон значень параметрів руху, що вимірюються у пристрої-корисній моделі з прийнятною точністю.

Таким чином, у пристрої-корисній моделі забезпечується підвищення точності та розширення допустимого діапазону вимірювань параметрів руху об'єктів.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображено структурну схему пристрою для вимірювання параметрів руху об'єктів.

Пристрій-корисна модель містить пристрій 3 формування відеозображень, аналого-цифровий перетворювач 13, блок 14 пам'яті, блок 6 визначення поточних координат, акселерометр 2, перший інтегратор 4 та другий інтегратор 8, фільтр 5 нижніх частот, перший суматор 12, другий суматор 11 та третій суматор 10, блок 9 обчислення переміщень, блок 7 визначення швидкості та прискорення, блок 15 задання інтервалів часу, перший елемент 16 затримки та другий елемент 17 затримки.

Перший вхід пристрою 3 формування відеозображень оптично пов'язаний з об'єктом 1 вимірювань, а вихід підключено до входу аналого-цифрового перетворювача 13, вихід якого підключено до входу блока 14 пам'яті, вихід якого підключено до входу блока 6 визначення

поточних координат. Вихід блока 6 визначення поточних координат підключено до першого входу першого суматора 12, вихід якого підключено до першого входу блока 9 обчислення переміщень та до першого входу блока 7 визначення швидкості та прискорення. Перший вихід блока 7 визначення швидкості та прискорення підключено до першого входу другого суматора 11, а другий вихід підключено до першого входу третього суматора 10. Акселерометр 2 жорстко закріплено на об'єкті 1 вимірювань. Вихід акселерометра 2 підключено до першого входу фільтра 5 нижніх частот та до першого входу першого інтегратора 4, вихід якого підключено до другого входу другого суматора 11 та до першого входу другого інтегратора 8, вихід якого підключено до другого входу першого суматора 12. Вихід фільтра 5 нижніх частот підключено до другого входу третього суматора 10. Перший вхід блока 15 задання інтервалів часу підключено до виходу першого елемента 16 затримки, вхід якого підключено до виходу першого інтегратора 4. Другий вхід блока 15 задання інтервалів часу підключено до виходу другого елемента 17 затримки, вхід якого підключено до виходу фільтра 5 нижніх частот. Вихід блока 15 задання інтервалів часу підключено до другого входу пристрою 3 формування відеозображень, до другого входу блока 9 обчислення переміщень, до другого входу фільтра 5 нижніх частот, до другого входу першого інтегратора 4 та до другого входу другого інтегратора 8. Вихід блока 9 обчислення переміщень і виходи першого 12, другого 11 та третього 10 суматорів є виходами всього пристрою.

Пристрій-корисна модель працює таким чином. Пристрій 3 формування відеозображень

формує в моменти часу $t_j = \sum_{i=1}^j \delta_{ai}$ відеозображення об'єкта 1 вимірювань, що рухається в просторі відносно пристрою 3 формування відеозображень δ_{ai} - інтервал часу між сусідніми відеозображеннями у часовій послідовності, $j \in \overline{1, L}$ - номер відеозображення у цій часовій послідовності, L - загальна кількість відеозображень у часовій послідовності). Поточне значення інтервалу часу δ_{ai} між сусідніми відеозображеннями у часовій послідовності надходить з виходу блока 15 задання часових інтервалів на другий вхід пристрою 3 формування відеозображень. На кожному j -му відеозображенні фіксується поточне положення об'єкта 1 вимірювань. Аналого-цифровий перетворювач 13 перетворює відеозображення в цифрову форму і вони записуються в блок 14 пам'яті.

Блок 6 визначення поточних координат зчитує кожне відеозображення з блока 14 пам'яті та визначає поточні координати точок, що належать об'єкта 1 вимірювань на відеозображенні. Визначення множини цих точок відбувається шляхом сегментації відеозображення на область, що належить об'єкта 1 вимірювань, та область фону [5]. Блок 6 визначення поточних координат також обчислює поточні координати x_{1j} , y_{1j} - центра мас об'єкта 1 вимірювань. Загалом, поточне положення об'єкта 1 вимірювань характеризується радіус-вектором r_{1j} , що поєднує початок координат та центр мас у площині відеозображення об'єкта 1 вимірювань [5]:

$$r_{1j} = \sqrt{x_{1j}^2 + y_{1j}^2}$$

Акселерометр 2 жорстко закріплений на об'єкті 1 вимірювань і фіксує прискорення, з яким рухається цей об'єкт 1 вимірювань. Вихідний сигнал $a_2^*(t)$ акселерометра 2 інтегрується першим 4 та другим 8 інтеграторами з урахуванням початкових умов v_0 і r_0 (v_0 - початкова швидкість об'єкта 1 вимірювань, r_0 - його початкова координата). В результаті отримуємо у першому інтеграторі 4 поточну швидкість об'єкта 1 вимірювань [6]:

$$v_2(t_j) = \int_0^{t_j} a_2^*(t) dt + v_0$$

У другому інтеграторі 8 отримуємо поточну координату об'єкта 1 вимірювань [6]:

$$r_2(t_j) = \int_0^{t_j} v_2(t) dt + r_0$$

де $v_2(t)$ - вихідний сигнал першого інтегратора 4.

Фільтр 5 нижніх частот забезпечує фільтрацію завад, наявних у вихідному сигналі $a_2^*(t)$ акселерометра 2 [7], і формує корисний сигнал прискорення $a_2(t_j)$ об'єкта 1 вимірювань.

На виході другого інтегратора 8 на основі сигналу $r_2(t_j)$ формуються дискретні відліки r_{2j} , що відповідають поточній координаті об'єкта 1 вимірювань в моменти часу t_j . На виході першого інтегратора 4 на основі сигналу $v_2(t_j)$ формуються дискретні відліки v_{2j} , що відповідають поточній швидкості об'єкта 1 вимірювань в моменти часу t_j . На виході фільтра 5 нижніх частот на основі сигналу $a_2(t_j)$ формуються дискретні відліки a_{2j} , що відповідають поточному прискоренню об'єкта 1 вимірювань в моменти часу t_j . Вказані дискретні відліки формуються з урахуванням поточного значення інтервалу часу δ_{ai} між сусідніми відліками у часовій послідовності.

Це значення надходить з виходу блока 15 задання часових інтервалів на другий вхід другого інтегратора 8, на другий вхід першого інтегратора 4 та на другий вхід фільтра 5 нижніх частот.

Інтервал часу δ_{ai} між сусідніми відеозображеннями та між сусідніми відліками прискорення, швидкості і координат об'єкта 1 вимірювань у часовій послідовності формується за допомогою блока 15 задання інтервалів часу. Він отримує значення параметрів руху об'єкта 1 вимірювань з виходів першого інтегратора 4 та фільтра 5 нижніх частот через перший (16) та другий (17) елементи затримки відповідно. З урахуванням наявності цих елементів формування інтервалу часу δ_{ai} може бути описано функціональною залежністю $\delta_{\text{ai}} = F(W_v/v_{2(j-1)}, W_a/a_{2(j-1)})$, де W_v , W_a - вагові коефіцієнти, що задаються перед початком роботи пристрою для вимірювання параметрів руху об'єктів.

Для подальшого підвищення точності вимірювання параметрів руху у пристрої-корисній моделі потрібно об'єднати результати вимірювань, отримані у першому і другому вимірювальних каналах. Таке об'єднання виконують перший 12, другий 11 та третій 10 суматори для поточних значень координат, швидкості та прискорення об'єкта 1 вимірювань. Теоретичною основою вказаного об'єднання результатів вимірювань є методи комплексування декількох засобів, що одночасно вимірюють деяку фізичну величину [8, с 376-380]. В результаті на виході першого суматора 12 отримуємо:

$$r_j = \frac{r_{1j} + r_{2j}}{2}.$$

Остаточна оцінка поточної координати r_j надходить на перший вхід блока 7 визначення швидкості та прискорення і на перший вхід блока 9 обчислення переміщень. На другі входи вказаних блоків надходить поточне значення інтервалу часу δ_{ai} між сусідніми відеозображеннями у часовій послідовності з виходу блока 15 задання часових інтервалів.

Блок 9 обчислення переміщень розраховує переміщення об'єкта 1 вимірювань:

$$\Delta r_j = r_j - r_{(j-q)},$$

де $\sum_{s=j-q+1}^j \delta_{\text{as}}$ - інтервал часу, для якого розраховуються переміщення.

Блок 7 визначення швидкості та прискорення розраховує поточні значення швидкості та прискорення об'єкта 1 вимірювань [2, с 221-227]:

$$v_{1,j} = \frac{C_{21} \sum_{k=1}^M r_{1(j-k+1)} + C_{22} \sum_{k=1}^M \tau_k r_{1(j-k+1)} + C_{23} \sum_{k=1}^M \tau_k^2 r_{1(j-k+1)}}{B},$$

$$a_{1j} = \frac{C_{31} \sum_{k=1}^M r_{1(j-k+1)} + C_{32} \sum_{k=1}^M \tau_k r_{1(j-k+1)} + C_{33} \sum_{k=1}^M \tau_k^2 r_{1(j-k+1)}}{B}$$

де $C_{21} = T_1 T_4 - T_2 T_3$,

$$C_{22} = M T_4 - T_2^2,$$

$$C_{23} = 2(NT_3 - T_1T_2),$$

$$C_{31} = 2(MT_4 - T_2^2),$$

$$C_{32} = -C_{23},$$

$$C_{33} = 2(MT_2 - T_1^2),$$

$$5 \quad B = T_4(MT_2 - T_1^2) + T_3(T_1T_2 - MT_3) + T_2(T_1T_3 - T_2^2),$$

$$T_1 = \sum_{k=1}^M \tau_k,$$

$$T_2 = \sum_{k=1}^M \tau_k^2,$$

$$T_3 = \sum_{k=1}^M \tau_k^3,$$

$$T_4 = \sum_{k=1}^M \tau_k^4,$$

$$10 \quad t_k = \sum_{p=1}^k \delta_{\ddot{a}(j-p+1)}$$

M - кількість відеозображень з часової послідовності, що використовується для обчислення поточних значень швидкості і прискорення.

Другий 11 та третій 10 суматори об'єднують результати обчислення швидкості та прискорення, отримані в першому та другому вимірювальному каналі пристрою-корисної моделі:

$$v_j = \frac{v_{1j} + v_{2j}}{2},$$

$$a_j = \frac{a_{1j} + a_{2j}}{2}.$$

Вихідними сигналами пристрою-корисної моделі є поточні значення координати r_j , переміщення Δr_j , швидкості v_j та прискорення a_j , що сформовані на виходах першого суматора 12, блока 9 обчислення переміщень, другого 11 та третього 10 суматорів. Ці величини характеризують поточний стан об'єкта 1 вимірювань та його переміщення в момент часу

$$20 \quad t_j = \sum_{p=1}^j \delta_{\ddot{a}i}$$

Експериментальними дослідженнями на діючому макеті пристрою-корисної моделі встановлено, що точність вимірювання параметрів переміщень у випадку використання змінного інтервалу часу між сусідніми відеозображеннями у часовій послідовності підвищено у 1,43 рази порівняно з використанням фіксованого інтервалу часу при змінах параметрів руху об'єкта 1 вимірювань. При цьому розширений діапазон вимірювань дозволяє фіксувати стрибкоподібні зміни швидкості руху об'єкта 1 вимірювань та оцінювати прискорення, що діють на об'єкт 1 вимірювань при цьому.

30 Таким чином, забезпечено підвищення точності та розширення допустимого діапазону вимірювань параметрів руху об'єктів у пристрої-корисній моделі.

Джерела інформації:

1. Пат. 103422 С2 Україна, МПК (2013.01) G01B 7/00, G01P 3/36 (2006.01). Пристрій для вимірювання параметрів руху об'єктів / Подчашинський Ю.О., Шаповалова О.О.; заявник і власник патенту ЖДТУ. -№ а201208343; заявл. 07.07.2012; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19.

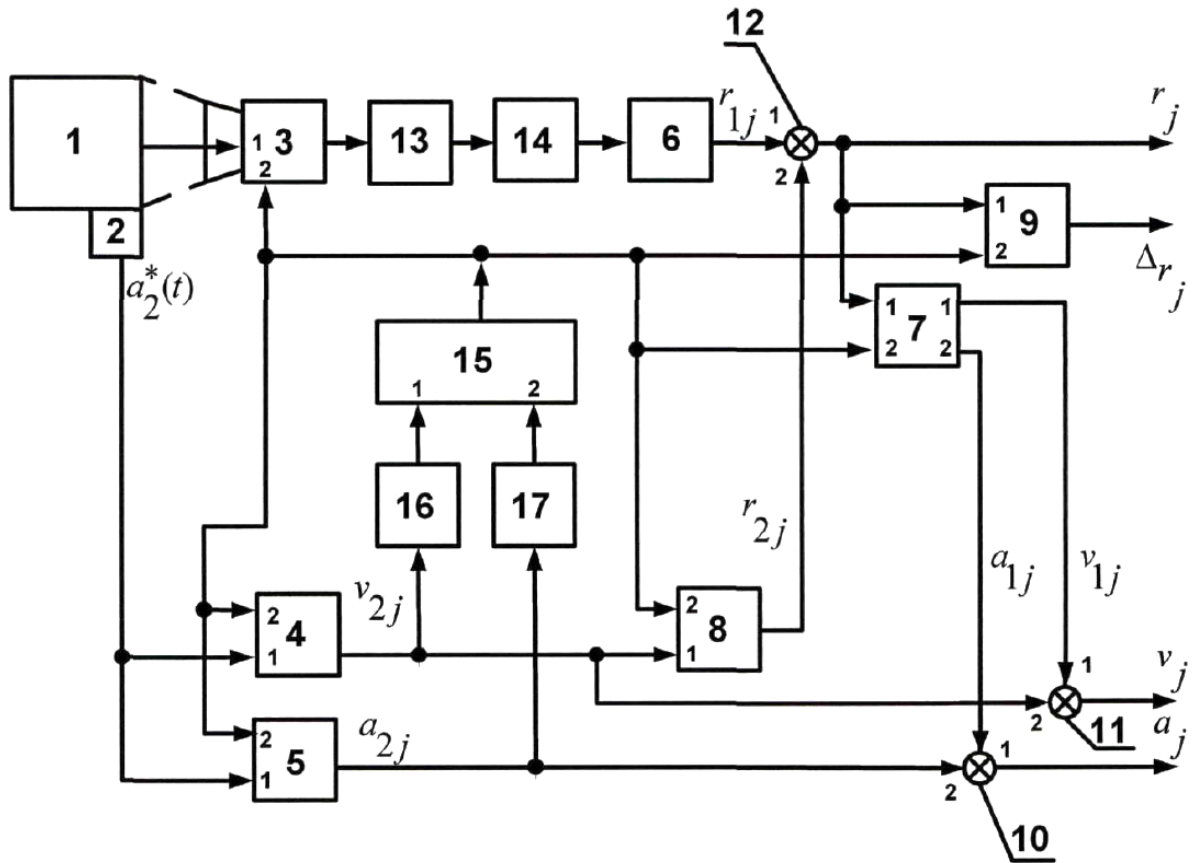
2. Кузьмин С.З. Основы теории цифровой обработки радиолокационной информации / С. З. Кузьмин. - М.: Советское радио, 1974.-432 с.

3. Цифровое кодирование телевизионных изображений / И.И. Цуккерман, Б.М. Кац, Д.С. Лебедев и др.; под ред. И.И. Цуккермана. - М.: Радио и связь, 1981. - 240 с.

4. Соренков Э.И. Точность вычислительных устройств и алгоритмов. / Э.И. Соренков, А.И. Телигин, А.С. Шаталов. - М.: Машиностроение, 1976. - 200 с.
5. Анисимов Б.В. Распознавание и цифровая обработка изображений: учеб. пособие для вузов / Б.В. Анисимов, В.Д. Курганов, В.К. Злобин. - М.: Высшая школа, 1983. - 295 с.
6. Лазарев Ю.Ф. Кінематика. Додатки [Електронний ресурс]: навчально-довідковий матеріал / Ю.Ф. Лазарев, НТУУ "КПІ". - Електронні текстові дані. - К.: НТУУ "КПІ", 2003. - Назва з екрана. - Режим доступу http://www.library.kpi.ua/html/arh_ntuu/yura/index.html.
7. Гутников В.С. Фильтрация измерительных сигналов / В.С. Гутников. - Л.: Энергоатомиздат, 1990. - 192 с.
8. Самотокін Б.Б. Лекції з теорії автоматичного керування: навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів / Б.Б. Самотокін. - Житомир: ЖІТІ, 2001. - 508 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 15 Пристрій для вимірювання параметрів руху об'єктів, що містить пристрій (3) формування відеозображень, перший вхід якого оптично пов'язаний з об'єктом (1) вимірювань, а вихід підключено до входу аналого-цифрового перетворювача (13), вихід якого підключено до входу блока (14) пам'яті, вихід якого підключено до входу блока (6) визначення поточних координат, вихід якого підключено до першого входу першого суматора (12), вихід якого підключено до першого входу блока (9) обчислення переміщень та до першого входу блока (7) визначення швидкості та прискорення, перший вихід якого підключено до першого входу другого суматора (11), а другий вихід підключено до першого входу третього суматора (10), акселерометр (2), жорстко закріплений на об'єкті (1) вимірювань, причому вихід акселерометра (2) підключено до першого входу фільтра (5) нижніх частот та до першого входу першого інтегратора (4), вихід якого підключено до другого входу другого суматора (11) та до першого входу другого інтегратора (8), вихід якого підключено до другого входу першого суматора (12), а вихід фільтра (5) нижніх частот підключено до другого входу третього суматора (10), при цьому вихід блока (9) обчислення переміщень і виходи першого (12), другого (11) та третього (10) суматорів є виходами всього пристрою, який **відрізняється** тим, що додатково введено блок (15) задання інтервалів часу, перший (16) та другий (17) елементи затримки, причому перший вхід блока (15) задання інтервалів часу підключено до виходу першого елемента (16) затримки, вхід якого підключено до виходу першого інтегратора (4), другий вхід блока (15) задання інтервалів часу підключено до виходу другого елемента (17) затримки, вхід якого підключено до виходу фільтра (5) нижніх частот, а вихід блока (15) задання інтервалів часу підключено до другого входу пристрою (3) формування відеозображень, до другого входу блока (9) обчислення переміщень, до другого входу блока (7) визначення швидкості та прискорення, до другого входу фільтра (5) нижніх частот, до другого входу першого інтегратора (4) та до другого входу другого інтегратора (8).



Комп'ютерна верстка В. Юкін

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601