



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42148 (13) A

(51) 6 G01C23/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) КОМПЛЕКСНА НАВІГАЦІЙНА СИСТЕМА

(21) 2000031285

(22) 06 03 2000

(24) 15 10 2001

(33) UA

(46) 15 10 2001, Бюл. № 9, 2001 р

(72) Бакупін Ігор Євгенович

(73) ХАРКІВСЬКИЙ ВІЙСЬКОВИЙ УНІВЕРСИ-
ТЕТ, UA

(57) Комплексна навігаційна система, що включає інерційну навігаційну систему з використанням як коригований вимірювач, перший і другий відраховувальні пристрої і високоточну кореляційно-

екстремальну навігаційну систему з використанням як коригувальний вимірювач, яка відрізняється тим, що у пристрій додатково введені електронний ключ, запам'ятовувальний пристрій і блок керування, причому послідовно з'єднані електронний ключ і запам'ятовувальний пристрій включені між виходом другого відраховувального пристрою і другим входом першого відраховувального пристрою, керувальний вхід електронного ключа з'єднаний з виходом коригувального вимірювача, а вихід блока керування з'єднаний з керувальним входом коригувального вимірювача

Пропонований винахід належить до галузі навігаційних приладів і може бути використаний, зокрема, у бортових навігаційних комплексах літальних апаратів різноманітного призначення для безперервного визначення поточних навігаційних параметрів із заданою точністю

Відома «Комплексна навігаційна система з замкнутою схемою компенсації похибок», що включає коригувальний вимірювач, коригований вимірювач, відраховувальний пристрій, фільтр і пристрій корекції. У пристрої забезпечується безперервна корекція похибок одного вимірювача іншим, чим підвищується точність вимірів. Для комплексування потрібна одночасна безперервна робота обох вимірювачів [1]

Недоліком цього пристрою є те, що при використанні коригувальним вимірювачем пристроїв дискретного принципу дії, через відсутність можливості запам'ятовування значення коригувального сигналу в проміжках часу між надходженням вихідних сигналів від коригувального вимірювача, не забезпечується безперервність корекції, що знижує точність вимірів пристрою в цілому

Відома також «Комплексна навігаційна система з комплексуванням відстежувального радіотехнічного вимірювача, з нерадіотехнічним вимірювачем», що включає коригувальний радіотехнічний вимірювач, коригований нерадіотехнічний вимірювач, відраховувальний пристрій, фільтр, суматор і дві інерційні ланки. У пристрої забезпечується безперервна корекція похибок нерадіотехнічного вимірювача відстежувальним радіотехнічним вимірювачем, чим підвищується точність вимірів. Для

комплексування потрібна одночасна безперервна робота обох вимірювачів [1]

До недоліків даного пристрою відноситься те, що при використанні коригувальним вимірювачем пристроїв дискретного принципу дії, через відсутність можливості запам'ятовування значення коригувального сигналу в проміжках часу між надходженням вихідних сигналів від коригувального вимірювача, не забезпечується безперервність корекції, що знижує точність вимірів пристрою в цілому

Найближчим до пропонованого технічним рішенням, обраним як прототип, є «Комплексна навігаційна система з компенсацією похибок першого вимірювача», яка включає нерадіотехнічний вимірювач використаний як коригований вимірювач, перший і другий відраховувальні пристрої, радіотехнічний вимірювач використаний як коригувальний вимірювач і фільтр. У цій системі вихід коригованого вимірювача з'єднаний із першим входом першого відраховувального пристрою і першим входом другого відраховувального пристрою, а до другого входу другого відраховувального пристрою підключений коригувальний вимірювач, причому фільтр включений між виходом другого відраховувального пристрою і другим входом першого відраховувального пристрою [1]

Робота даного пристрою полягає в наступному. При комплексуванні радіотехнічного і нерадіотехнічного вимірювачів різниця їхнього принципу дії відбивається на спектрах перешкод на виходах цих вимірювачів. Обидва вимірювачі визначають той самий навігаційний параметр $W(t)$ різноманітними методами. Вихідні сигнали обох вимірювачів надходять на входи другого відраховувального

(19) UA (11) 42148 (13) A

пристрою, де відбувається взаємна компенсація навігаційного параметра $W(t)$, вимірюваного обома вимірювачами U результати на виході другого відрахувального пристрою виділяється сигнал, що містить перешкоди обох вимірювачів. Далі цей сигнал надходить на вхід фільтра, що цілком пропускає сигнал перешкоди коригованого вимірювача і затримує сигнал перешкоди коригувального вимірювача. У результаті на виході фільтра формується оцінка перешкоди коригованого вимірювача, що далі надходить на другий вхід першого відрахувального пристрою і використовується як коригувальний сигнал. Одночасно з цим на перший вхід першого відрахувального пристрою надходить вихідний сигнал коригованого вимірювача, що містить у своєму складі як точне значення вимірюваного навігаційного параметра, так і сигнал перешкоди. У першому відрахувальному пристрої відбувається процес відрахування значення оцінки перешкоди з вихідного сигналу коригованого вимірювача. Це дозволяє скомпенсувати перешкоду коригованого вимірювача її оцінкою і тим самим підвищити точність вимірів. Повна компенсація перешкоди коригованого вимірювача, сигналом із фільтра, досягається, коли спектри перешкод обох вимірювачів не перекриваються. Для комплексування потрібна одночасна безперервна робота обох вимірювачів. Проте в пристрої, при використанні коригувальним вимірювачем пристроїв дискретного принципу дії, через відсутність можливості запам'ятовування значення коригувального сигналу в проміжках часу між надходженням вихідних сигналів від коригувального вимірювача, не забезпечується безперервність корекції, що знижує точність вимірів пристроєм в цілому.

Таким чином, недоліком пристрою-прототипу є відсутність можливості безперервної корекції одного вимірювача іншим при використанні коригувальними навігаційними вимірювачами, вимірювальних пристроїв дискретного принципу дії, що знижує точність вимірів пристроєм в цілому.

В основу винаходу поставлено завдання створити таку комплексну навігаційну систему, яка за рахунок введення електронного ключа, запам'ятовувального пристрою і блока керування, забезпечувала б можливість безперервної корекції одного вимірювача іншим, шляхом запам'ятовування в запам'ятовувальному пристрої останнього значення коригувального сигналу у проміжках часу між надходженням сигналів від коригувального вимірювача, що дозволило б підвищити точність вимірів комплексною навігаційною системою в цілому.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні винаходу, полягає в реалізації можливості безперервної корекції одного вимірювача іншим, при використанні для корекції показань навігаційних вимірювачів безперервної дії (наприклад, інерційних навігаційних систем), високоточних вимірювачів дискретного принципу дії (наприклад, кореляційно-екстремальних навігаційних систем), що дозволило б підвищити точність вимірів комплексною навігаційною системою в цілому.

Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що в пристрій, який включає коригований вимірювач, перший і другий відрахувальні пристрої і коригувальний вимірювач, у якому вихід кориго-

ваного вимірювача з'єднаний з першим входом першого відрахувального пристрою і першим входом другого відрахувального пристрою, а до другого входу другого відрахувального пристрою підключений коригувальний вимірювач, додатково введені електронний ключ, запам'ятовувальний пристрій і блок керування, причому послідовно з'єднані електронний ключ і запам'ятовувальний пристрій включені між виходом другого відрахувального пристрою і другим входом першого відрахувального пристрою, керувальний вхід електронного ключа з'єднаний з виходом коригувального вимірювача, а вихід блока керування з'єднаний з керувальним входом коригувального вимірювача.

Структурна схема пропонованого пристрою наведена на фіг.

Пропонований пристрій включає інерційну навігаційну систему використану як коригований вимірювач 1, відрахувальний пристрій 2, високоточну кореляційно-екстремальну навігаційну систему використану як коригувальний вимірювач 3, відрахувальний пристрій 4, електронний ключ 5, запам'ятовувальний пристрій 6 і блок керування 7.

При цьому вихід коригованого вимірювача 1 з'єднаний із першим входом відрахувального пристрою 2 і першим входом відрахувального пристрою 4, а до другого входу відрахувального пристрою 4 підключений коригувальний вимірювач 3, причому послідовно з'єднані електронний ключ 5 і запам'ятовувальний пристрій 6 включені між виходом відрахувального пристрою 4 і другим входом відрахувального пристрою 2, керувальний вхід електронного ключа 5 з'єднаний з виходом коригувального вимірювача 3, а вихід блока керування 7 з'єднаний з керувальним входом коригувального вимірювача 3.

У пропонованому пристрої електронний ключ 5 виконаний по відомій схемі [2], [3] у вигляді електронного пристрою, у якого при подачі на керувальний вхід керувального сигналу опір між входом і виходом нізівно малий (в ідеальному випадку він дорівнює нулю), а при відсутності керувального сигналу великий (в ідеальному випадку він дорівнює нескінченності).

Як запам'ятовувальний пристрій 6 може бути використана, наприклад, інтегрувальна ланка [3]. При малих значеннях постійної часу $\tau=RC$ (тобто малих значеннях ємності C і опору R) і великому вхідному опорі відрахувального пристрою 2, інтегрувальна ланка відіграє роль осередку пам'яті, зберігаючи, після розімкнення електронного ключа 5, на своєму виході останнє значення коригувального сигналу.

Будова блока керування 7 залежить від виконуваних комплексною навігаційною системою завдань, це може бути, наприклад, таймер, що включає коригувальний вимірювач 3 у точно задані проміжки часу.

Робота пропонованого пристрою полягає в наступному.

Обидва вимірювачі визначають той самий навігаційний параметр $W(t)$ різноманітними методами. Відомо [4], що інерційна навігаційна система, використовувана в даному випадку як коригований вимірювач характеризується повільно наростаючою³ часом роботи помилкою вимірів $\Delta X(t)$, наві-

гаційного параметра $W(t)$. Ця помилка обумовлена дрейфом проскоків і є наростаючою функцією часу. Тому, сигнал на виході коригованого вимірювача 1 можна представити в загальному вигляді як

$$U_1(t) = X(t) + \Delta X(t)$$

Деся $X(t)$ - точне значення вимірюваного навігаційного параметра $W(t)$, $\Delta X(t)$ - помилка вимірів.

Також відомо [5], [6], що кореляційно-екстремальна навігаційна система, використовувана в даному випадку як високоточний коригувальний вимірювач, є пристроєм дискретного і принципу дії. Сигнал на виході кореляційно-екстремальної навігаційної системи формується після збігу поточного зображення земної поверхні з еталонним, що зберігається в бортовому спецобчислювачі. Цьому передують цикл роботи, який складається з побудови поточного зображення шляхом сканування земної поверхні, його масштабування і порівняння з еталонним, що займає певний час. Таким чином, у силу свого фізичного принципу дії, кореляційно-екстремальні навігаційні системи не можуть забезпечити безперервної видачі поточних значень вимірюваного навігаційного параметра.

Перед початком роботи комплексної навігаційної системи запам'ятовувальний пристрій 6 обнуляється. У перші моменти часу після вмикання коригованого вимірювача 1, помилка вимірів мала і нею можна знехтувати. Тоді сигнал на його виході має вигляд

$$U_1(t) = X(t) + 0 = X(t)$$

При цьому, коригувальний вимірювач 3 виключений, сигнал на його виході відсутній, електронний ключ 5 розімкнений і коригувальний сигнал $\Delta U(t)$, на виході запам'ятовувального пристрою 6, дорівнює нулю. Тому сигнал $U_{вих}(t)$ на виході відраховувального пристрою 2, дорівнює сигналу на виході коригованого вимірювача 1.

$$U_{вих}(t) = U_1(t) - \Delta U(t) = U_1(t) - 0 = U_1(t) = X(t)$$

Тобто, точному значенню вимірюваного навігаційного параметра $W(t)$. Враховуючи повільний характер наростання помилки вимірів $\Delta X(t)$, за короткі проміжки часу роботи коригованого вимірювача 1, її можна вважати постійною. Тоді

$$\begin{aligned} \Delta X(t) &\approx \Delta X, \\ U_1(t) &= X(t) + \Delta X \end{aligned}$$

При тривалій роботі коригованого вимірювача 1, коли помилка вимірів $\Delta X(t)$ досягає значного розміру що перевершує припустимі значення, виникає необхідність корекції його показань високоточним коригувальним вимірювачем 3, з метою «списання» помилок вимірів. Для цього блок керування 7 у заданий момент часу включає коригувальний вимірювач 3, який зробивши виміри, видає точне значення вимірюваного навігаційного параметра $W(t)$. Вважаючи, що точність кореляційно-екстремальної навігаційної системи, використаної як коригувальний вимірювач, на один - два порядки вище, ніж у коригованого, можна вважати поми-

лку на його виході рівної нулю, а його вихідний сигнал представити у вигляді

$$U_3(t) = X(t)$$

У відраховувальному пристрої 4 відбувається процес

$$U_1(t) - U_3(t) = X(t) + \Delta X - X(t) = \Delta X,$$

у результаті чого на його виході виділяється сигнал помилки вимірів $\Delta U(t) = \Delta X$, використовуваний як коригувальний. Одночасно з цим, вихідний сигнал $U_3(t)$ подається на керувальний вхід електронного ключа 5, в результаті чого останній відчиняється і пропускає коригувальний сигнал через запам'ятовувальний пристрій 6 на вхід відраховувального пристрою 2. У відраховувальному пристрої 2 відбувається процес

$$U_1(t) - \Delta U(t) = X(t) + \Delta X - \Delta X = X(t),$$

у результаті чого на його виході виділяється сигнал $U_{вих}(t) = X(t)$. Таким чином, у результаті корекції, сигнал на виході відраховувального пристрою 2, як і раніше, дорівнює точному значенню вимірюваного навігаційного параметра $W(t)$.

Після видачі вимірюваного значення коригувальний вимірювач 3 відключається до наступного сеансу роботи. При цьому, сигнал на керувальному вході електронного ключа 5, зникає, у результаті чого він закривається, відключаючи вхід запам'ятовувального пристрою 6 від виходу відраховувального пристрою 4. Проте, запам'ятоване в запам'ятовувальному пристрої 6, останнє значення коригувального сигналу $\Delta U(t)$ і далі продовжує надходити на відраховувальний пристрій 2, тому процес корекції продовжується. Так буде продовжуватися до наступного сеансу роботи коригувального вимірювача 3, по закінченні якого значення коригувального сигналу $\Delta U(t)$ на виході запам'ятовувального пристрою 6 поновиться.

Таким чином, за рахунок запам'ятовування в запам'ятовувальному пристрої останнього значення коригувального сигналу $\Delta U(t)$ у проміжках часу між надходженням сигналів від коригувального вимірювача, процес корекції буде здійснюватися безперервно, починаючи з моменту першого вмикання коригувального вимірювача, що дозволить підвищити точність вимірів комплексною навігаційною системою в цілому.

Джерела інформації

1 Сосновский А А, Хаймович И А. Радиосредственное оборудование летательных аппаратов. Справочник - М. Транспорт, 1987 - С 166-168, (прототип)

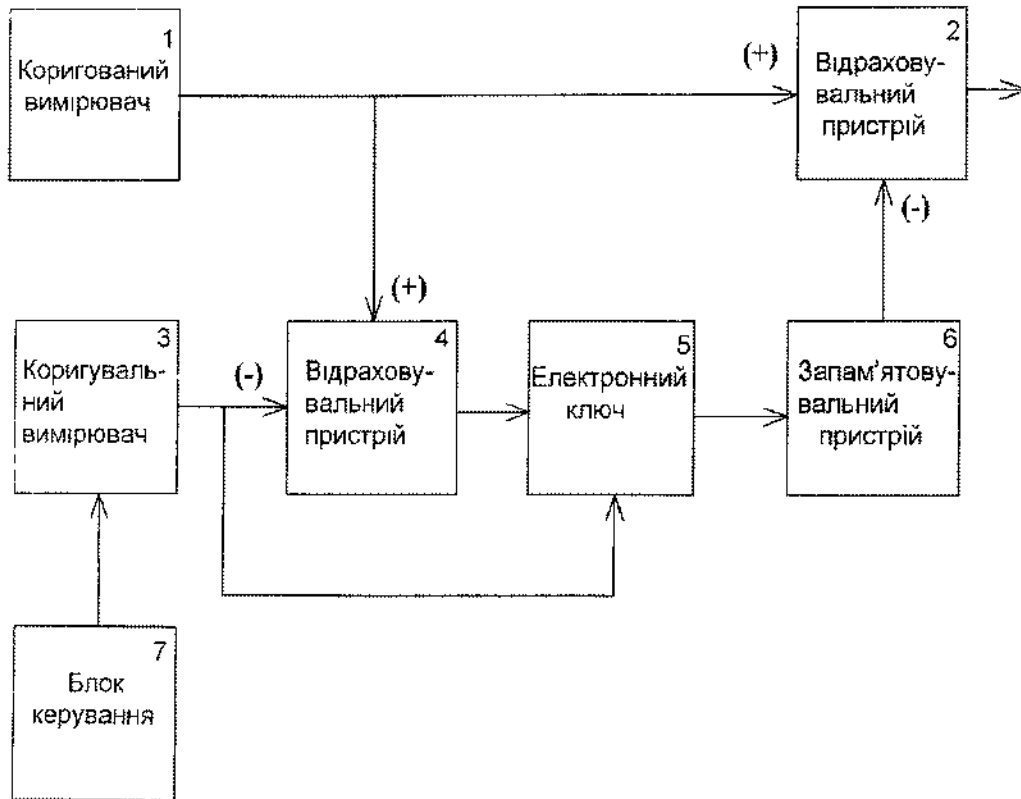
2 Справочник по схемотехнике для радиополубителя / В.П. Боровский, В.И. Костенко, В.М. Михайленко, О.Н. Партала / Под ред. В.П. Боровского - К. Техника, 1987 - С 306-307

3 Криштафович А.К., Трифонюк В.В. Основы промышленной электроники. Учебник для электро-радиотехнических и электроприборостроительных специальностей техникумов - М. Высшая шк., 1985 - С 159-164

4 Холостов Д И Средства кораблевождения подводных атомных кораблей – М Военное издательство, 1967 - С 18-21

5 Баклицкий В К, Юрьев А Н Корреляционно-экстремальные методы навигации - М Радио и связь, 1982 – С 10

6 Анализ влияния размеров эталонного и текущего изображений на функционирование корреляционно-экстремальных систем навигации летательных аппаратов / В Н Быков, А М Гричанюк Радиотехника - 1998 - Вып 105 - С 122-125



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60x84 1/8
Обсяг _____ обл.-вид арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180
(044) 268-25-22