



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **132156** (13) **U**
(51) МПК
G01K 13/08 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

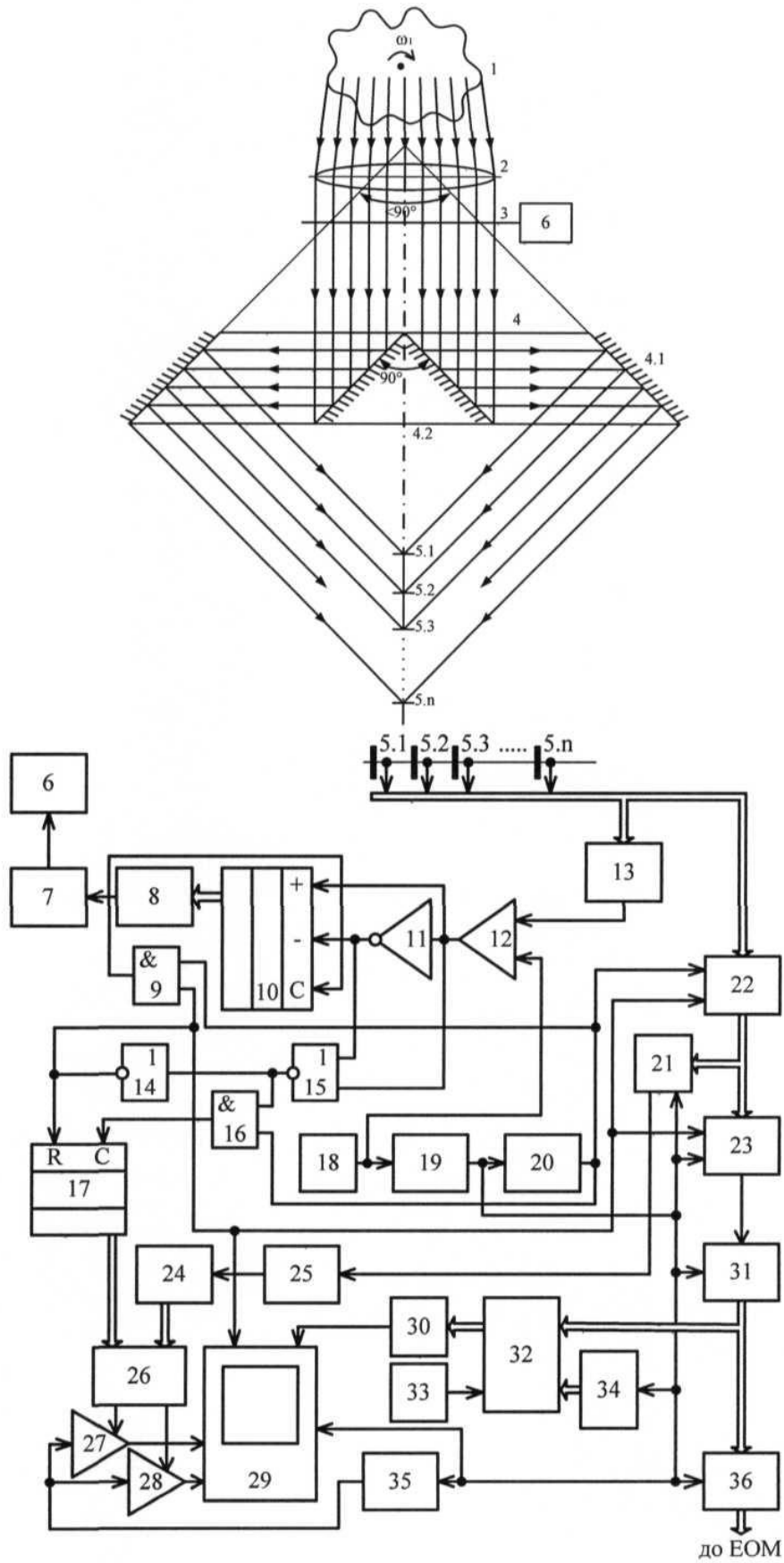
(21) Номер заявки: u 2018 09603	(72) Винахідник(и): Грабко Володимир Віталійович (UA), Грабко Валентин Володимирович (UA), Бартецький Андрій Анатолійович (UA), Здітовецький Юрій Сергійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 24.09.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 11.02.2019	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 11.02.2019, Бюл.№ 3	(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ БЕЗКОТАКТНОГО ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

(57) Реферат:

Пристрій для безконтактного вимірювання температури містить об'єктив, діафрагму, отвір якої являє собою сектор з вершиною на оптичній осі, дзеркало, виконане у вигляді конуса, прямолінійні твірні бокової конусної поверхні якого утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні твірні центральної конусної поверхні утворюють кут при вершині 90° , інфрачервоний приймач, що являє собою набір n інфрачервоних сенсорів, розташованих на головній оптичній осі один за одним, приймальні площадки яких перпендикулярні головній оптичній осі, компаратор, два аналого-цифрових перетворювачі, кроковий двигун, два перетворювачі напруга-частота, перший цифро-аналоговий перетворювач, два елементи І, реверсивний лічильник, інвертор, перетворювач частота-напруга, елемент НІ, елемент АБО-НІ, перший лічильник, джерело опорної напруги, дільник частоти, блок обробки сигналу, буферний регістр, комутатор, блок обчислення, постійно запам'ятовуючий блок, два керуючі підсилювачі, відеоконтрольний блок, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, інтерфейсний блок. Додатково в пристрій введено другий лічильник, блок запуску, другий цифро-аналоговий перетворювач та буфер даних.

UA 132156 U



Корисна модель належить до безконтактної термометрії і може бути використана для вимірювання температури нерухомих об'єктів або об'єктів, що обертаються, зокрема потужних електричних машин.

Відомий пристрій для безконтактного вимірювання температури (А.С. СРСР № 1818943, М. кл. G01K13/08, G01J 5/28, бюл. № 20, 1993), що містить об'єктив, діафрагму, отвір якої являє собою сектор з вершиною на оптичній осі, дзеркало, виконане у вигляді конуса, прямолінійні твірні бокової конусної поверхні якого утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні твірні центральної конусної поверхні утворюють кут при вершині 90° , інфрачервоний приймач, що являє собою набір інфрачервоних (ІЧ) сенсорів, розташованих на головній оптичній осі один за одним, приймальні площадки яких перпендикулярні головній оптичній осі, виходи п ІЧ-сенсорів з'єднані з вхідними шинами буферного реєстра та перетворювача частота-напруга, вихід якого підключений до першого входу першого аналого-цифрового перетворювача (АЦП), вихідна шина якого з'єднана з першою вхідною шиною компаратора, друга вхідна шина якого підключена до вихідної шини другого АЦП, а перший і другий виходи з'єднані відповідно з першим і другим входами реверсивного лічильника, вихідна шина якого підключена до вхідної шини цифро-аналогового перетворювача (ЦАП), вихід якого з'єднаний з входом другого перетворювача напруга-частота, вихід якого підключений до крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихід джерела опорної напруги підключений до першого входу другого АЦП та до входу першого перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з другими входами другого АЦП, відеоконтрольного блока (ВКБ) та другого АЦП, з першим входом комутатора та з входами інтерфейсного блока, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та першого дільника частоти, вихід якого підключений до перших входів першого елемента І, буферного реєстра та до входу другого дільника частоти, вихід якого з'єднаний з другими входами першого АЦП та другого елемента І, перший вхід якого підключений до виходу елемента НІ, а вихід з'єднаний з третім входом реверсивного лічильника, третій вихід першого компаратора підключений до другого входу першого елемента І, вихід якого з'єднаний з першим входом лічильника, другий вхід якого підключений до виходу елемента НІ, вхід якого з'єднаний з третім виходом компаратора, вихід елемента НІ підключений до п'ятого входу ВКБ та до других входів комутатора та буферного реєстра, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною комутатора, вихід якого підключений до перших входів ВКБ та другого АЦП, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною інтерфейсного блока, вихідна шина якого підключена до кіл ЕОМ, вихідна шина лічильника з'єднана з вхідною шиною постійного запам'ятовуючого блока (ПЗБ), перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а виходи підключені відповідно до третього і четвертого входів ВКБ.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє здійснювати довготривале спостереження теплогового портрета в певний момент часу діагностування об'єкта, що обумовлено необхідністю багаторазового виведення одного і того ж масиву даних для відтворення теплового зображення на екрані відеоконтрольного блока.

За найближчий аналог вибрано пристрій для безконтактного вимірювання температури (Патент України № 20999, М. кл. G01K13/00, бюл. № 2, 2007), що містить об'єктив, діафрагму, отвір якої являє собою сектор з вершиною на оптичній осі, дзеркало, виконане у вигляді конуса, прямолінійні твірні бокової конусної поверхні якого утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні твірні центральної конусної поверхні утворюють кут при вершині 90° , інфрачервоний приймач, що являє собою набір п НІ-сенсорів, розташованих на головній оптичній осі один за одним, приймальні площадки яких перпендикулярні головній оптичній осі, компаратор, перший АЦП, виходи п ІЧ-сенсорів з'єднані з вхідними шинами буферного реєстра та перетворювача частота-напруга, вихідна шина реверсивного лічильника підключена до вхідної шини ЦАП (в подальшому - першого ЦАП), вихід якого з'єднаний з входом другого перетворювача напруга-частота, вихід якого підключений до крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихід джерела опорної напруги підключений до входу першого перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з другими входами ВКБ та другого АЦП, з першим входом комутатора та з входами інтерфейсного блока, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та дільника частоти, вихід якого підключений до перших входів першого елемента І та буферного реєстра, вихід першого елемента І з'єднаний з першим входом лічильника (в подальшому - першого лічильника), другий вхід якого підключений до виходу елемента НІ, перший вхід другого елемента І з'єднаний з виходом елемента НІ, вихід якого підключений до п'ятого входу ВКБ та до других входів комутатора та буферного реєстра, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною комутатора, вихід якого підключений до перших

входів ВКБ та другого АЦП, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною інтерфейсного блока, вихідна шина якого підключена до кіл ЕОМ, вихідна шина першого лічильника з'єднана з першою вхідною шиною ПЗБ, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а виходи підключені відповідно до третього і четвертого входів ВКБ, вихід другого елемента I з'єднаний з третім входом реверсивного лічильника, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний з входом блока обчислення, вихід якого підключений до входу першого АЦП, вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною шиною ПЗБ, вихід першого перетворювача напруга-частота підключений до входу блока обробки сигналу, вихід перетворювача частота-напруга з'єднаний з першим входом компаратора, другий вхід якого підключений до виходу джерела опорної напруги, а вихід з'єднаний з першими входами реверсивного лічильника, елемента АБО-НІ та з входом інвертора, вихід якого підключений до других входів реверсивного лічильника та елемента АБО-НІ, вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента I та з входом елемента НІ, вихід дільника частоти підключений до другого входу другого елемента I.

Головним недоліком даного пристрою є те, що він не дозволяє здійснювати довготривале спостереження теплового портрета в певний момент часу діагностування об'єкта, що обумовлено необхідністю багаторазового виведення одного і того ж масиву даних для відтворення теплового зображення на екрані відеоконтрольного блока, що обмежує точність роботи пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для безконтактного вимірювання температури, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість здійснювати довготривале спостереження теплового портрета об'єкта в певний момент часу, що дозволяє підвищити точність візуалізації теплового стану об'єкта, а, отже, точність роботи пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для безконтактного вимірювання температури, що містить об'єкт, діафрагму, отвір якої являє собою сектор з вершиною на оптичній осі, дзеркало, виконане у вигляді конуса, прямолінійні твірні бокової конусної поверхні якого утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні твірні центральної конусної поверхні утворюють кут при вершині 90° , інфрачервоний приймач, що являє собою набір n ІЧ-сенсорів, розташованих на головній оптичній осі один за одним, приймальні площадки яких перпендикулярні головній оптичній осі, компаратор, два АЦП, кроковий двигун, два перетворювачі напруга-частота, перший ЦАП, два елементи I, реверсивний лічильник, інвертор, перетворювач частота-напруга, елемент НІ, елемент АБО-НІ, перший лічильник, джерело опорної напруги, дільник частоти, блок обробки сигналу, буферний регістр, комутатор, блок обчислення, ПЗБ, два керуючі підсилювачі, ВКБ, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, інтерфейсний блок, причому виходи n ІЧ-сенсорів з'єднані з вхідними шинами буферного регістра та перетворювача частота-напруга, вихідна шина реверсивного лічильника підключена до вхідної шини першого ЦАП, вихід якого з'єднаний з входом другого перетворювача напруга-частота, вихід якого підключений до крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихід джерела опорної напруги підключений до входу першого перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з другими входами ВКБ та другого АЦП, з першим входом комутатора та з входами інтерфейсного блока, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та дільника частоти, вихід якого підключений до перших входів першого елемента I та буферного регістра, вихід першого елемента I з'єднаний з першим входом першого лічильника, другий вхід якого підключений до виходу елемента Ш, перший вхід другого елемента I з'єднаний з виходом елемента НІ, вихід якого підключений до п'ятого входу ВКБ та до других входів комутатора та буферного регістра, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною комутатора, вихід якого підключений до першого входу другого АЦП, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною інтерфейсного блока, вихідна шина якого підключена до кіл ЕОМ, вихідна шина першого лічильника з'єднана з першою вхідною шиною ПЗБ, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а виходи підключені відповідно до третього і четвертого входів ВКБ, вихід другого елемента I з'єднаний з третім входом реверсивного лічильника, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний з входом блока обчислення, вихід якого підключений до входу першого АЦП, вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною шиною ПЗБ, вихід першого перетворювача напруга-частота підключений до входу блока обробки сигналу, вихід перетворювача частота-напруга з'єднаний з першим входом компаратора, другий вхід якого

підключений до виходу джерела опорної напруги, а вихід з'єднаний з першими входами реверсивного лічильника, елемента АБО-НІ та з входом інвертора, вихід якого підключений до других входів реверсивного лічильника та елемента АБО-НІ, вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента І та з входом елемента НІ, вихід дільника частоти підключений до
 5 другого входу другого елемента І, введено другий лічильник, блок запуску, другий ЦАП та буфер даних, причому вихідна цифрова шина буфера даних з'єднана з вхідною цифровою шиною другого ЦАП, вихід якого підключений до першого входу ВКБ, вихідна цифрова шина другого лічильника з'єднана з другою вхідною цифровою шиною буфера даних, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого АЦП, вхід другого
 10 лічильника з'єднаний з виходом першого перетворювача напруга-частота, вихід блока запуску підключений до входу буфера даних.

Пристрій для безконтактного вимірювання температури пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема.

На схемі: 1 - контрольований об'єкт; 2 - об'єктив; 3 - діафрагма; 4 - дзеркало, виконане у вигляді конуса, прямолінійні твірні бокової конусної поверхні 4.1 якого утворюють кут при
 15 вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні твірні центральної конусної поверхні 4.2 утворюють кут при вершині 90° ; 5-п ІЧ-сенсорів, які утворюють ІЧ приймач; 6 - кроковий двигун; 7 - другий перетворювач напруга-частота; 8 - перший ЦАП; 9 - другий елемент І; 10 - реверсивний лічильник; 11 - інвертор; 12 - компаратор; 13 - перетворювач частота-напруга; 14 - елемент НІ;
 20 15 - елемент АБО-НІ; 16 - перший елемент І; 17 - перший лічильник; 18 - джерело опорної напруги; 19 - перший перетворювач напруга-частота; 20 - дільник частоти; 21 - блок обробки сигналу; 22 - буферний регістр; 23 - комутатор; 24 - перший АЦП; 25 - блок обчислення; 26 - ПЗБ; 27, 28 - перший і другий керуючі підсилювачі; 29 - ВКБ; 30 - другий ЦАП; 31 - другий АЦП;
 25 32 - буфер даних; 33 - блок запуску; 34 - другий лічильник; 35 - генератор напруги, що змінюється ступінчасто; 36 - інтерфейсний блок, причому отвір діафрагми 3 являє собою сектор з вершиною на оптичній осі, дзеркало 4, виконане у вигляді конуса, прямолінійні твірні бокової конусної поверхні 4.1 якого утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні твірні центральної конусної поверхні 4.2 утворюють кут при вершині 90° , інфрачервоний приймач являє собою набір ІЧ-сенсорів 5.1, 5.2, ... 5.п, розташованих на головній оптичній осі один за
 30 одним, приймальні площадки яких перпендикулярні головній оптичній осі, виходи п ІЧ-сенсорів 5.1, 5.2, ... 5.п з'єднані з вхідними шинами буферного регістра 22 та перетворювача частота-напруга 13, вихідна шина реверсивного лічильника 10 підключена до вхідної шини першого ЦАП 8, вихід якого з'єднаний з входом другого перетворювача напруга-частота 7, вихід якого підключений до крокового двигуна 6, вал якого зв'язаний з діафрагмою 3, вихід джерела опорної
 35 напруги 18 підключений до входу першого перетворювача напруга-частота 19, вихід якого з'єднаний з другими входами ВКБ 29 та другого АЦП 31, з першим входом комутатора 23 та з входами інтерфейсного блока 36, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 35 та дільника частоти 20, вихід якого підключений до перших входів елемента І 16 та буферного регістра 22, вихід першого елемента І 16 з'єднаний з першим входом першого лічильника 17, другий вхід якого підключений до виходу елемента НІ 14, перший вхід другого елемента І 9 з'єднаний з виходом елемента НІ 14, вихід якого підключений до п'ятого входу ВКБ
 40 29 та до других входів комутатора 23 та буферного регістра 22, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною комутатора 23, вихід якого підключений до першого входу другого АЦП 31, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною інтерфейсного блока 36, вихідна шина якого підключена до кіл ЕОМ, вихідна шина першого лічильника 17 з'єднана з першою вхідною шиною ПЗБ 26, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого 27 і другого 28 керуючих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 35, а виходи підключені відповідно до третього і четвертого входів ВКБ
 45 29, вихід другого елемента І 9 з'єднаний з третім входом реверсивного лічильника 10, вихідна шина буферного регістра 22 підключена до вхідної шини блока обробки сигналу 21, вихід якого з'єднаний з входом блока обчислення 25, вихід якого підключений до входу першого АЦП 24, вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною шиною ПЗБ 26, вихід першого перетворювача напруга-частота 19 підключений до входу блока обробки сигналу 21, вихід перетворювача частота-напруга 13 з'єднаний з першим входом компаратора 12, другий вхід якого підключений
 50 до виходу джерела опорної напруги 18, а вихід з'єднаний з першими входами реверсивного лічильника 10, елемента АБО-НІ 15 та з входом інвертора 11, вихід якого підключений до других входів реверсивного лічильника 10 та елемента АБО-НІ 15, вихід якого з'єднаний з другим входом першого елемента І 16 та з входом елемента НІ 14, вихід дільника частоти 20 підключений до другого входу другого елемента І 9, вихідна цифрова шина буфера даних 32 з'єднана з вхідною цифровою шиною другого ЦАП 30, вихід якого підключений до першого
 60

входу ВКБ 29, вихідна цифрова шина другого лічильника 34 з'єднана з другою вхідною цифровою шиною буфера даних 32, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вихідної цифрової шини другого АЦП 31, вхід другого лічильника 34 з'єднаний з виходом першого перетворювача напруга-частота 19, вихід блока запуску 33 підключений до входу буфера даних 32.

Запропонований пристрій працює так. Потік інфрачервоного випромінювання, що створюється контрольованим об'єктом 1, попадає на об'єкти 2, що перетворює його у випромінювання з променями, спрямованими паралельно головній оптичній осі. Перетворений у такий спосіб потік інфрачервоного випромінювання попадає на діафрагму 3, що приводиться в рух кроковим двигуном 6.

Таким чином, на центральну частину 4.2 конусного дзеркала 4 попадає лише частина теплового зображення контрольованого об'єкта 1. Випромінювання, що пройшло через секторний діафрагмуючий отвір діафрагми 3, відбиваючись від дзеркальної поверхні 4.2 центральної частини, потім від бокової поверхні 4.1 дзеркала 4, приймається інфрачервоним приймачем 5. При цьому теплове зображення розбивається на n частин, кожна з яких приймається окремим сенсором 5_i , де $i=1, n$. При обертанні діафрагми 3 навколо центра, що збігається з головною оптичною віссю, здійснюється сканування всього теплового поля контрольованого об'єкта 1, при цьому розгортка є не безперервною, а дискретною за рахунок застосування крокового двигуна 6, що дозволяє отримати інформацію про тепловий стан контрольованого об'єкта 1 у зручній для подальшої обробки формі.

Пристрій має один режим роботи. Це визначається тим фактором, що швидкість розгортання теплового зображення на екрані ВКБ 29 у запропонованому пристрої є постійною (наприклад, 50 кадрів в секунду). Такий режим роботи обумовлений тим, що швидкість обертання діафрагми ω_3 підтримується більшою, ніж швидкість обертання ω_1 контрольованого об'єкта 1 на $\Delta\omega = \text{const}$ (наприклад, $\Delta\omega = 50$ об./с), не враховуючи величину ω_1 ($\omega_1 = 0 - \omega_{\text{max}}$, де ω_{max} - максимальна швидкість, при якій пристрій може нормально функціонувати, а при $\omega_1 = 0$ контрольований об'єкт 1 нерухомий).

Підтримка $\Delta\omega = \text{const}$ здійснюється за допомогою блоків 7-20. Здійснюється це в такий спосіб.

Нехай $\omega_1 = 0$ (контрольований об'єкт 1 - нерухомий), тоді на виході перетворювача частота-напруга 13 буде відсутній електричний сигнал, який подається на перший вхід компаратора 12. З виходу джерела опорної напруги 18 електричний сигнал, пропорційний $\Delta\omega = \text{const}$, надходить на другий вхід компаратора 12. При цьому на його виході з'являється сигнал логічної одиниці, який надходить на перший вхід реверсивного лічильника 10. На другому вході реверсивного лічильника 10 присутній сигнал логічного нуля, оскільки сигнал логічної одиниці з виходу компаратора 12 проходить через інвертор 11. При цьому сигнали логічного нуля та одиниці з виходів відповідно інвертора 11 та компаратора 12 надходять на другий і перший входи елемента АБО-НІ 15, на виході якого з'являється сигнал логічного нуля. Сигнал логічного нуля з виходу елемента АБО-НІ 15 через елемент НІ 14 у вигляді сигналу логічної одиниці надходить на перший вхід другого елемента І 9. На другий вхід елемента І 9 надходять імпульси з виходу дільника частоти 20, оскільки на вхід останнього надходить сигнал з виходу джерела опорної напруги 18 через перший перетворювач напруга-частота 19. При цьому на виході другого елемента І 9 формуються імпульси, які надходять на третій вхід реверсивного лічильника 10, цифровий код на виході якого починає збільшуватись і надходить на вхід першого ЦАП 8, з виходу якого сигнал напруги подається на другий перетворювач напруга-частота 7, сигнал з виходу якого надходить на вхід крокового двигуна 6, вал якого зв'язаний з діафрагмою 3. Швидкість обертання крокового двигуна 6 починає зростати і при обертанні діафрагми 3 на виході перетворювача частота-напруга 13 сигнал збільшується також. В момент зрівняння сигналів на входах компаратора 12 на його виході встановлюється нульовий сигнал. При цьому на виході елемента АБО-НІ 15 з'являється сигнал логічної одиниці (на виході інвертора 11 присутній також нульовий сигнал), який через елемент НІ 14 закриває другий елемент І 9 та розблоковує роботу першого лічильника 17, буферного регістра 22, комутатора 23 та ВКБ 29. подача імпульсів в реверсивний лічильник 10 припиняється, а код, що записаний в ньому, забезпечує стає обертання діафрагми 3 зі швидкістю, рівною швидкості розгортки (наприклад, так як $\omega_1 = 0$, то $\omega_3 = \Delta\omega = 50$ об./с).

Нехай $\omega_1 \neq 0$, тобто контрольований об'єкт 1 почав обертатися, значення сигналу напруги з виходу перетворювача частота-напруга 13 починає зменшуватись і стає меншим, ніж сигнал напруги на виході джерела опорної напруги 18. При цьому пристрій працює аналогічно, описаному вище, доти, поки швидкість обертання діафрагми 3 не перевищить швидкість обертання контрольованого об'єкта 1 на величину $\Delta\omega$ і не стабілізується.

Якщо швидкість обертання контрольованого об'єкта 1 зменшується, то на виході компаратора 12 з'являється напруга від'ємної полярності, на виході інвертора 11 встановлюється сигнал, яким реверсивний лічильник 10 запускається в напрямку зменшення записаного коду. При цьому швидкість обертання крокового двигуна 6 зменшується до межі, доки різниця швидкостей обертання діафрагми 3 та контрольованого об'єкта 1 не досягне величини $\Delta\omega$.

Електричні сигнали, амплітуда яких пропорційна температурі елементарних ділянок на поверхні контрольованого об'єкта 1, таких ділянок може бути $N = m \cdot n$, де $m = \frac{360}{\beta}$, де β - мінімальний кут повороту, що утворюється при подачі одного керуючого імпульсу на кроковий двигун 6, з виходів інфрачервоного приймача 5 надходять на входи буферного регістра 22, який запам'ятовує інформацію в аналоговому вигляді на час $\Delta T = \frac{1}{f}$. Запис в буферний регістр 22

проводиться в момент надходження сигналу з виходу дільника частоти 20. Комутатором 23 здійснюється зчитування інформації з буферного регістра 22 з наступним її перетворенням із паралельного виду представлення в послідовний.

Сформований таким чином сигнал з виходу комутатора 23 потрапляє на перший вхід ВКБ 29, а також на вхід другого АЦП 31, в якому він перетворюється в цифрову форму. З виходу останнього сигнал подається на вхідну шину інтерфейсного блока 36, в якому він приводиться до зручного виду для передачі в ЕОМ.

В момент, коли швидкості обертання діафрагми 3 та контрольованого об'єкта 1 стають сталими та відрізняються на величину $\Delta\omega$, сигнали логічного нуля з виходів компаратора 12 та інвертора 11 (компаратор 12 та інвертор 11 мають пороги чутливості) надходять відповідно на перший і другий входи елемента АБО-НІ 15. При цьому на виході останнього з'являється сигнал логічної одиниці, який надходить на другий вхід першого елемента І 16 та відкриває його. Імпульси з виходу дільника частоти 20 через відкритий перший елемент І 16 надходять на вхід першого лічильника 17, який починає відраховувати останні.

Генератор напруги, що змінюється ступінчасто, 35, перший 27 та другий 28 керовані підсилювачі і ПЗБ 26 призначені для формування сигналів розгортки ВКБ 29. Сигнал частотою f - n , що поступає на вхід генератора напруги, що змінюється ступінчасто, 35, на виході приймає ступінчасту форму (містить n складових) і подається на входи першого 27 і другого 28 керованих підсилювачів, коефіцієнт підсилення яких задається вихідними сигналами ПЗБ 26. При цьому коефіцієнти підсилення першого 27 та другого 28 керованих підсилювачів задаються так, що на їх виходах формуються сигнали, пропорційні $R_i \cdot \sin\varphi_j$ та $R_i \cdot \cos\varphi_j$ відповідно, де R_i - радіус, φ_j - кут координати елементарної ділянки поверхні контрольованого об'єкта 1 в полярній системі координат. При цьому $i=0, n$, $j=0, m$.

На першу вхідну шину ПЗБ 26 сигнали надходять з першого лічильника 17, коефіцієнт перерахунку якого дорівнює m . Одночасно потік інформації з виходу першого комутатора 23 потрапляє також в буфер даних 32 через другий АЦП 31. Під управлінням другого лічильника 34 інформація послідовно розміщується в буфері даних 32 і через другий АЦП 30 перетворюється в аналогову форму та подається на вхід ВКБ 29. В результаті на екрані ВКБ 29 при наявності одного інформаційного сигналу, двох сигналів розгортки та сигналу з виходу перетворювача напруга-частота 19 формується зображення, що відповідає тепловому полю контрольованого об'єкта 1.

У випадку, коли немає можливості сумістити оптичну вісь пристрою та геометричну вісь контрольованого об'єкта, тобто, коли спостереження проводиться під певним кутом до геометричної осі контрольованого об'єкта, його тепловий портрет спотворюється і на екрані ВКБ 29 замість теплового портрета, що відповідає концентричним колам, буде з'являтися еліпсоподібне зображення. Для компенсації такого спотворення пропонується наступний підхід.

Відомо, що рівняння еліпса у Декартовій системі координат має вигляд:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad (1)$$

де x , y - горизонтальна і вертикальна осі системи координат; a , b - горизонтальна і вертикальна півосі еліпса відповідно, причому $a = R$, де R - радіус кола контрольованого об'єкта.

Перейдемо у полярну систему координат, використавши формули:

$$\begin{aligned} x &= r \cdot \cos\varphi, \\ y &= r \cdot \sin\varphi, \end{aligned} \quad (2)$$

де r - "радіус" еліпса, φ - кут повороту радіуса r .

Підставимо (2) в (1) та отримаємо вираз:

$$a = \frac{b \cdot r \cdot \cos \varphi}{\sqrt{b^2 - r^2 \cdot \sin^2 \varphi}} \quad (3)$$

Отже, тепер, маючи в будь-який момент часу параметри кута повороту φ діафрагми, меншу піввісь еліпса b та відстань від центра еліпса до його краю ("радіус" еліпса), можна відновити реальний радіус спотвореного кола.

Це реалізовано в блоці обробки сигналу 21, який фіксує кут φ , параметри b і r та передає їх в блок обчислення 25, в якому за формулою (3) визначається дійсний радіус спотвореного кола.

Вихідний сигнал блока обчислення 25 за допомогою першого АЦП 24 перетворюється в цифровий код і надходить на другу вхідну шину ПЗБ 26, формуючи при цьому скориговані коефіцієнти підсилення першого 27 і другого 28 керованих підсилювачів, які відновлюють розмір зображення при його виведенні на ВКБ 29.

Слід відзначити, що доки різниця між ω_3 і ω_1 не дорівнює $\Delta\omega = \text{const}$, то сигнал логічного нуля з виходу елемента НІ 14 блокує роботу буферного регістра 22, комутатора 23, першого лічильника 17 та ВКБ 29.

Нагадаємо, що потік інформації з виходу першого комутатора 23 про теплове зображення об'єкта 1 потрапляє в буфер даних 32 через другий АЦП 31 в цифровій формі. Під управлінням другого лічильника 34 інформація послідовно розміщується в буфері даних 32. Розмір буфера може бути різним, але не меншим, ніж для розміщення в ньому інформації про теплове зображення об'єкта, що отримується за один оберт діафрагми 3. В подальшому цей потік інформації через другий ЦАП 30 перетворюється в аналогову форму та подається на вхід ВКБ 29.

У випадку, коли необхідно відстежити фрагмент теплового зображення, який може мати інтерес для додаткового дослідження, сигналом з блока запуску 33 буфер даних 32 переводиться в режим повторного неперервного зчитування записаної в ньому інформації з подальшим її виведенням через другий ЦАП 30 на вхід ВКБ 29. Цей процес продовжується до тих пір, поки активним є сигнал з виходу блока запуску 33.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для безконтактного вимірювання температури, що містить об'єкти, діафрагму, отвір якої являє собою сектор з вершиною на оптичній осі, дзеркало, виконане у вигляді конуса, прямолінійні твірні бокової конусної поверхні якого утворюють кут при вершині, менший ніж 90° , а прямолінійні твірні центральної конусної поверхні утворюють кут при вершині 90° , інфрачервоний приймач, що являє собою набір n інфрачервоних сенсорів, розташованих на головній оптичній осі один за одним, приймальні площадки яких перпендикулярні головній оптичній осі, компаратор, два аналого-цифрових перетворювачі, кроковий двигун, два перетворювачі напруга-частота, перший цифро-аналоговий перетворювач, два елементи І, реверсивний лічильник, інвертор, перетворювач частота-напруга, елемент НІ, елемент АБО-НІ, перший лічильник, джерело опорної напруги, дільник частоти, блок обробки сигналу, буферний регістр, комутатор, блок обчислення, постійно запам'ятовуючий блок, два керуючі підсилювачі, відеоконтрольний блок, генератор напруги, що змінюється ступінчасто, інтерфейсний блок, причому виходи n інфрачервоних сенсорів з'єднані з вхідними шинами буферного регістра та перетворювача частота-напруга, вихідна шина реверсивного лічильника підключена до вхідної шини першого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого з'єднаний з входом другого перетворювача напруга-частота, вихід якого підключений до крокового двигуна, вал якого зв'язаний з діафрагмою, вихід джерела опорної напруги підключений до входу першого перетворювача напруга-частота, вихід якого з'єднаний з другими входами відеоконтрольного блока та другого аналого-цифрового перетворювача, з першим входом комутатора та з входами інтерфейсного блока, генератора напруги, що змінюється ступінчасто, та дільника частоти, вихід якого підключений до перших входів першого елемента І та буферного регістра, вихід першого елемента І з'єднаний з першим входом першого лічильника, другий вхід якого підключений до виходу елемента НІ, перший вхід другого елемента І з'єднаний з виходом елемента НІ, вихід якого підключений до п'ятого входу відеоконтрольного блока та до других входів комутатора та буферного регістра, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною комутатора, вихід якого підключений до першого входу другого аналого-цифрового перетворювача, вихідна шина якого з'єднана з вхідною шиною інтерфейсного блока, вихідна

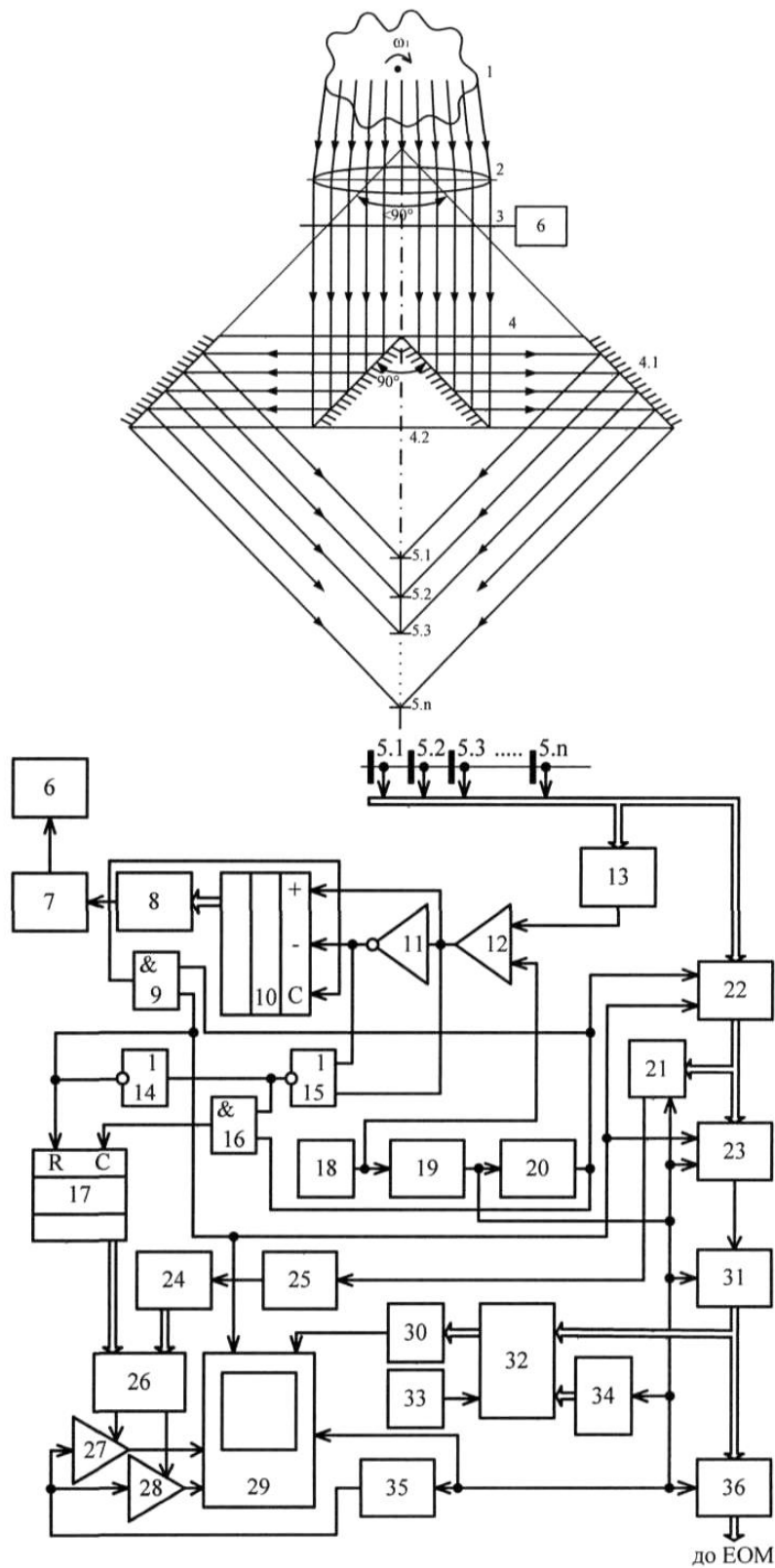
шина якого підключена до кіл ЕОМ, вихідна шина першого лічильника з'єднана з першою вхідною шиною постійно запам'ятовуючого блока, перший і другий виходи якого підключені відповідно до других входів першого і другого керуючих підсилювачів, перші входи яких з'єднані з виходом генератора напруги, що змінюється ступінчасто, а виходи підключені відповідно до

5 третнього і четвертого входів відеоконтрольного блока, вихід другого елемента І з'єднаний з третім входом реверсивного лічильника, вихідна шина буферного регістра підключена до вхідної шини блока обробки сигналу, вихід якого з'єднаний з входом блока обчислення, вихід якого підключений до входу першого аналого-цифрового перетворювача, вихідна шина якого з'єднана з другою вхідною шиною постійно запам'ятовуючого блока, вихід першого

10 перетворювача напруга-частота підключений до входу блока обробки сигналу, вихід перетворювача частота-напруга з'єднаний з першим входом компаратора, другий вхід якого підключений до виходу джерела опорної напруги, а вихід з'єднаний з першими входами реверсивного лічильника, елемента АБО-НІ та з входом інвертора, вихід якого підключений до других входів реверсивного лічильника та елемента АБО-НІ, вихід якого з'єднаний з другим

15 входом першого елемента І та з входом елемента НІ, вихід діляника частоти підключений до другого входу другого елемента І, який **відрізняється** тим, що в нього введено другий лічильник, блок запуску, другий цифро-аналоговий перетворювач та буфер даних, причому вихідна цифрова шина буфера даних з'єднана з вхідною цифровою шиною другого цифро-аналогового перетворювача, вихід якого підключений до першого входу відеоконтрольного

20 блока, вихідна цифрова шина другого лічильника з'єднана з другою вхідною цифровою шиною буфера даних, перша вхідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини другого аналого-цифрового перетворювача, вхід другого лічильника з'єднаний з виходом першого перетворювача напруга-частота, вихід блока запуску підключений до входу буфера даних.



Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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