



УКРАЇНА

(19) UA (11) 62015 (13) U
(51) МПК (2011.01)
G08G 1/052 (2006.01)
G01S 11/00
G01S 17/42 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

1

2

(21) u201100247

(22) 10.01.2011

(24) 10.08.2011

(46) 10.08.2011, Бюл. № 15, 2011 р.

(72) АЛЬОШИН ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, КОЛОМІЙЦЕВ ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ЛЕВТЕРОВ АНДРІЙ ІВАНОВИЧ, ЯРУТА АНТОН МИКОЛАЙОВИЧ

(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для вимірювання параметрів транспортних засобів, що містить послідовно підключені лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів з підключеним до нього блоком керування дефлекторами та передавальну оптику, послідовно підключені приймальну оптику, фотодетектор, широкосмуговий підсилювач, резонансні підсилювачі, формувачі імпульсів та лічильники імпульсів мод променів і електронно-цифрову обчислювальну машину (ЕЦОМ), яка підключена до

блока відображення інформації, який відрізняється тим, що додатково введені порогові пристрої, які підключені до тих же виходів формувачів імпульсів променевих каналів, що і входи лічильників імпульсів мод променів, виходи порогових пристроїв підключені через елемент АБО до входу селектора подовжніх мод і до других входів лічильників імпульсів мод променів, виходи яких підключені до відповідних входів ЕЦОМ, канал вимірювання відстані, що містить послідовно підключені до виходу селектора подовжніх мод формувача імпульсів моди відстані і лічильник імпульсів відстані, вихід якого підключений до блока керування дефлекторів та ЕЦОМ, доплерівський канал вимірювання радіальної швидкості, що містить послідовно підключені резонансний підсилювач моди швидкості, двократний перетворювач частоти, формувач імпульсів радіальної швидкості, а також пристрій обчислювання радіальної швидкості, що підключений до ЕЦОМ.

Корисна модель належить до лазерних систем для вимірювання параметрів транспортних засобів і може бути використана для точних вимірювань вектора параметрів руху транспортних засобів у складних дорожніх умовах, де дороги не прямолінійні, або там, де одночасно необхідні вимірювання вектора параметрів руху транспортних засобів та потоків.

Відомі високоточні доплерівські лазерні вимірювачі радіальної швидкості, що містять основні ознаки [1-2].

Недоліками доплерівських лазерних вимірювачів швидкості є обмежені функціональні можливості, що дозволяють вимірювати тільки радіальні швидкості та існує необхідність встановлювати їх впродовж дороги або над дорогою. При цьому точні виміри можуть бути тільки на достатньо великій дальності, тому що на малих відстанях потрібно виміряти кути випромінювання, що не передбачено пристроєм.

Відомо пристрій, що містить послідовно підключені лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів, передавальну оптику, приймальну оптику, фотодетектор, резонансні підсилювачі, схеми порівняння амплітуд, підсилювачі у вигляді фільтрів сигналів похибок та виконавчі пристрої керування кутами азимута і місця, селектор подовжніх мод, зв'язаний з блоком дефлекторів, керування яким здійснюється введеними блоком керування дефлекторами та керуючим елементом, фотодетектор зв'язаний через широкосмуговий підсилювач з резонансними підсилювачами, які настроєні на відповідні частоти міжмодового биття $\Delta\nu_m$, $2\Delta\nu_m$, $3\Delta\nu_m$, $6\Delta\nu_m$ по каналах кутових швидкостей α, β , $\Delta\nu_{m\text{on}}$ - введенні опорні сигнали з частотами $\Delta\nu_{m\text{on}}$, $2\Delta\nu_{m\text{on}}$, $3\Delta\nu_{m\text{on}}$, $6\Delta\nu_{m\text{on}}$ від передавального лазера, формувачі імпульсів, RS-тригери, елементи «І», реверсивні лічильники, елементи порівняння, електронно-цифрові обчислювальні машини та блоки відобра-

(13) U

(11) 62015

(19) UA

ження вимірювальної інформації по каналах кутових швидкостей α , β (Деклараційний патент UA №63285 А. Бюл. №1 від 15.01.2004). Цей пристрій є найбільш близьким до пристрою, що заявляється, тому обраний як найближчий аналог.

Недоліком найближчого аналога є недостатні функціональні можливості та точність виміру параметрів транспортних засобів за рахунок того, що ширина діаграми спрямованості (апертура променя) на малих відстанях у тангенціальній площині руху транспортного засобу менша за розміром ніж розмір транспортного засобу, а штучне розширення апертури променів приведе до суттєвого зниження енергетичного потенціалу пристрою та його розрізняючої здатності. Крім того, більший розмір апертури променів призведе до відбиття променів з сусідніх транспортних засобів у потоці. І, на кінець, час вимірів значно збільшиться, що зробить неможливим оперативне вимірювати параметри транспортних засобів. Крім того, у зв'язку з тим, що розмір транспортного засобу невідомий, то використання частотно-часового методу для виміру параметрів транспортних засобів, а саме - радіальної та тангенціальної швидкостей транспортних засобів, кута руху транспортного засобу відносно осьової лінії дороги, буде неможливий.

В основу корисної моделі поставлена задача розширення функціональної можливості і точності, за рахунок можливості виміру відстані до транспортного засобу, радіальної та тангенціальної швидкостей, кута руху відносно осьової лінії дороги та довжини транспортного засобу. Ці можливості досягаються за рахунок використання ефекту зміни відбитого від транспортного засобу сигналу в залежності від розмірів та направленості відносно швидкості транспортного засобу і лазерних променів пристрою, що використовує частотно-часовий метод вимірювань.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомий пристрій, що містить послідовно підключені лазер з накачкою, селектор подовжніх мод, блок дефлекторів з підключенням до нього блоком керування дефлекторами та передавальною оптику, послідовно підключені приймальну оптику, фотодетектор, широкопasmовий підсилювач, резонансні підсилювачі, формувачі імпульсів та лічильники імпульсів мод променів і ЕЦОМ, яка підключена до блока відображення інформації, відповідно до корисної моделі додатково введені порогові пристрої, що підключені до тих же виходів формувачів імпульсів променевих каналів, що і входи лічильників імпульсів мод променів, виходи порогових пристроїв підключені через елемент АБО до входу селектора подовжніх мод і до других входів лічильників імпульсів мод променів, виходи яких підключені до відповідних входів ЕЦОМ, канал вимірювання відстані, що містить послідовно підключені до виходу селектора подовжніх мод формувач імпульсів моди відстані і лічильник імпульсів відстані, вихід якого підключений до блока керування дефлекторів та ЕЦОМ, доплерівський канал вимірювання радіальної швидкості, що містить послідовно підключені резонансний підсилювач моди швидкості, двократний перетворювач частоти, формувач імпульсів радіальної швидкості,

а також пристрій обчислювання радіальної швидкості, що підключений до ЕЦОМ.

На Фіг.1 приведена структурна схема пристрою для вимірювання параметрів транспортних засобів.

На Фіг.2 приведена схема використання корисної моделі.

На Фіг.3 приведені частотні та часові співвідношення сигналів та принципи використання каналів у вигляді форми сигналів на відповідних елементах структурної схеми пристрою, наведеного на Фіг.1.

На Фіг.1 зображено: лазер 1 з накачкою, селектор 2 подовжніх мод з входом «а» для включення випромінювання сигналу зондування відстані на моді δ_{vnt} по сигналу виявлення відбиття променя Δ_{vnt} від транспортного засобу, блок 3 дефлекторів для зустрічного сканування двох променів, "підфарбованих" своїми модами, передавальна оптика 4, приймальна оптика 5, фотодетектор 6, широкопasmовий підсилювач 7, резонансні підсилювачі 8-1, 8-2 своїх мод каналів променів, що рухаються, каналу 8-3 відстані і каналу 8-4 радіальної швидкості, формувачі 9-1, 9-2 імпульсів променів, формувач 9-3 імпульсу приходу сигналу відстані, порогові пристрої 10-1 та 10-2 каналів променів, лічильники 11-1 та 11-2 часу відбиття променів, ЕЦОМ 12, блок 13 відображення інформації, формувач 14 імпульсів, лічильник 15 імпульсів відстані, подвійний перетворювач 16 частоти, формувач 17 імпульсів доплерівської частоти з підставкою, обчислювач 18 радіальної швидкості, блок 19 керування дефлекторами з входом «в» та елемент АБО 20, причому лазер 1 з накачкою, послідовно підключений через селектор 2 подовжніх мод та блок дефлекторів 3 до передавальної оптики 4, а приймальна оптика 5 підключена до входу фотодетектора 6, вихід якого підключений через широкопasmовий підсилювач 7 до резонансних підсилювачів 8-1, 8-2 двох каналів променів, до резонансного підсилювача 8-3 моди відстані та резонансного підсилювача 8-4 моди швидкості, виходи резонансних підсилювачів 8-1, 8-2 двох каналів променів підключені через відповідні формувачі 9-1 та 9-2 імпульсів до відповідних порогових пристроїв 10-1 та 10-2 каналів променів та лічильників 11-1 та 11-2 імпульсів мод променів, а вихід резонансного підсилювача 8-3 моди відстані через формувач 9-3 імпульсів підключений до входу лічильника 15 імпульсів відстані, виходи лічильників 11-1, 11-2 та 15 імпульсів підключені до ЕЦОМ 12, а вихід останньої - до блока 13 відображення інформації, порогові пристрої 10-1 та 10-2 через елемент АБО 20 підключені до входу «а» селектора 2 подовжніх мод, а вихід лічильника 15 імпульсів каналу вимірювання відстані - до входу «в» блока 19 керування дефлекторами, вихід формувача 14 імпульсів підключений до другого входу лічильника 15 імпульсів відстані, вихід резонансного підсилювача 8-4 моди швидкості підключений через подвійний перетворювач 16 частоти, формувач 17 імпульсів доплерівської частоти з підставкою до обчислювача 18 радіальної швидкості, вихід якого підключений до ЕЦОМ 12, другий вихід селектора 2 подовжніх мод підключений до формувача 14

імпульсів, а вихід блока 19 керування діапазону дефлекторів - до входу блока 3 дефлекторів для зустрічного сканування двох променів.

Принцип дії пристрою для вимірювання параметрів транспортних потоків полягає у наступному. Стационарний або портативний пристрій націлюється на видимий транспортний засіб і натискається кнопка включення. На виході передавальної оптики 4 одночасно випромінюються моди Δv_m , $2\Delta v_m$ променів та вимірювача радіальної швидкості $3\Delta v_m$ (Фіг.3а), крім моди відстані $6\Delta v_m$. Отриманий відбитий від транспортного засобу сигнал першого променя запізнюється (Фіг.3б, з, і) на час розповсюдження $t_3 = 2R/c$, де R , c - відповідно відстань та швидкість розповсюдження світла. Виявлення сигналу відбувається у пороговому пристрої 10-1 або 10-2, з виходів яких через елемент АБО 20 на вхід «а» селектора 2 подовжніх мод поступає сигнал (Фіг.3в) для підключення випромінювання моди відстані $6\Delta v_m$, формування імпульсів цієї ж частоти у блоці 14 формування імпульсів для рахунку імпульсів (Фіг.3д) лічильником 15 імпульсів відстані. Затримка моди відстані завжди менше ніж тривалість відбиття променя від транспортного засобу. Тому мода відстані раніше приймається приймальною оптикою 5 і фотодетектором 6, підсилюється широкопasmовим підсилювачем 7, підсилюється своїм резонансним підсилювачем 8-3, далі формувач імпульсів 9-3 виробляє імпульс закриття (Фіг.3г) лічильника відстані 15 і видає у цифровому вигляді відстань у ЕЦОМ 12 та на блок 19 керування дефлекторами регулювання діапазону (кута) розкриття у повторному циклі дефлекторів блока 3. Перший промінь згідно з Фіг.2 рухається назустріч транспортному засобу, тому час відбиття променя менше (Фіг.3ж), ніж у другого променя (Фіг. 3е). Час відбиття променів t_1 , t_2 (Фіг.3е, ж) дозволяє знайти тангенціальну швидкість транспортному засобу з рівнянь:

$$t_1 = l_\tau / (v_{np} - v_\tau), \quad t_2 = l_\tau / (v_{np} + v_\tau), \quad (1)$$

де v_{np} , v_τ - відповідно лінійна тангенціальна швидкість променя (світлової плями відбиття променя) і тангенціальна швидкість транспортного засобу, l_τ - тангенціальний шлях (плями) променя впродовж міделєвого перетину транспортного засобу.

Систему рівнянь можна перетворити у наступну систему (2):

$$v_\tau = v_{np} \left(1 - \frac{T_{T3}}{t_1} \right) \quad (2)$$

$$v_\tau = v_{np} \left(\frac{T_{T3}}{t_2} - 1 \right)$$

$$\text{причому } v_{np} = \frac{l_\tau}{T_{T3}} = \frac{l_\theta}{T} = \frac{R\theta}{T}, \quad (3)$$

де l_θ , T - відповідно довжина загального шляху плями на цій відстані і час циклу руху променів;

T_{T3} - час проходження плями по $T3$;

R , θ - відповідно відстань і допустимий кут руху променів.

З рівнянь (2) отримують значення T_{T3}

$$T_{T3} = \frac{2t_1 t_2}{t_1 + t_2}. \quad (4)$$

Оскільки тангенціальна лінійна швидкість (плями) променів повинна бути заданою і постійною у циклі їх руху, то згідно з співвідношенням (3) треба вимірювати відстань R і розрахувати потрібну кутову швидкість θ/T . Тобто, у скільки разів збільшилася відстань R , у стільки разів треба зменшити кутову швидкість θ/T , або збільшити час сканування. Або при заданому часі сканування зменшити кут розкриття променів. Практичніше за результатом виміру відстані визначати розмах пилоподібної напруги у блоці 3 дефлекторів блоком 19 керування дефлекторами (вхід «в» Фіг.1).

Значення v_{np} краще вибирати на 30% більшим максимальної швидкості транспортного засобу.

Коли вимірювана радіальна швидкість, повна швидкість визначається за теоремою Піфагора.

Тангенціальний (видимий) розмір транспортного засобу, або міделєвого перетину, можна визначити за допомогою формули (4):

$$l_\tau = v_{np} T_{T3}.$$

Кут падіння лінії прицілювання (середини між променями) визначається за допомогою значень радіальної і тангенціальної швидкостей.

Повний розмір транспортного засобу знаходиться за звісними значеннями тангенціального розміру та кута падіння лінії прицілювання (Фіг.2).

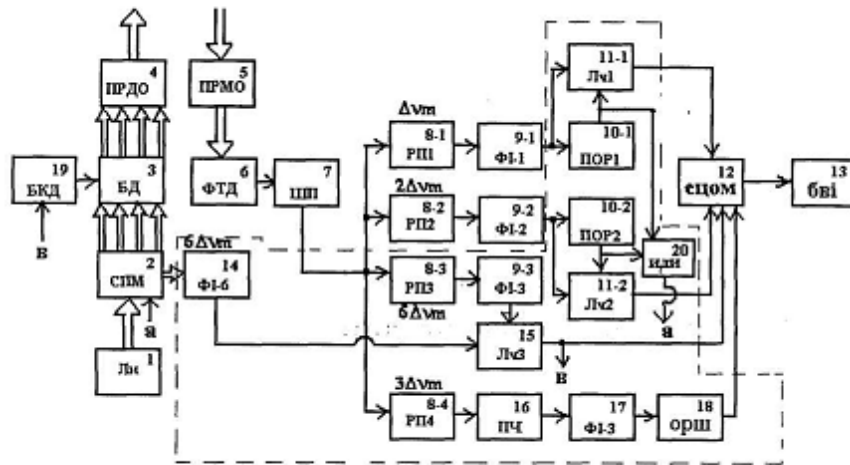
Технічний результат при використанні корисної моделі, пристрою для вимірювання параметрів транспортних потоків, полягає у тому, що він дозволяє точно вимірювати у цифровому вигляді майже усі головні технічні параметри руху транспортних засобів, навіть тангенціальну швидкість, в складних дорожніх умовах: при будь-якій конфігурації дороги, у широкому діапазоні відстаней і кутів обзору.

Джерела інформації:

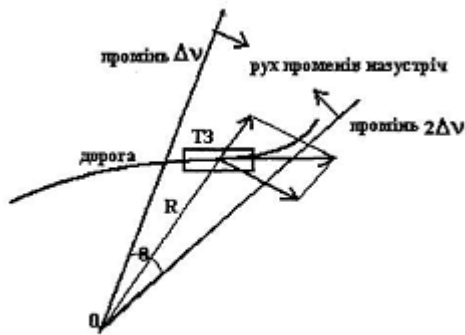
1. Рондин Ю.П., Коломийцев А.В. Система автоматического сопровождения объекта по направлению на многомодовых лазерах // Информационные системы. Вып. - 1(5), - Харьков. - НАНУ ПАНИ, ХВУ, 1997. - С. 35-39.

2. Алешин Г.В., Коломийцев А.В., Боровик А.В. Проблемы создания высокоточной лазерной шестипараметрической системы нового поколения на основе модернизированного частотно-временного метода измерений. / Системы обработки информации. Вып. - 4(20), - Харків. - НАНУ ПАНИ, ХВУ, 2002, - С. 145-149.

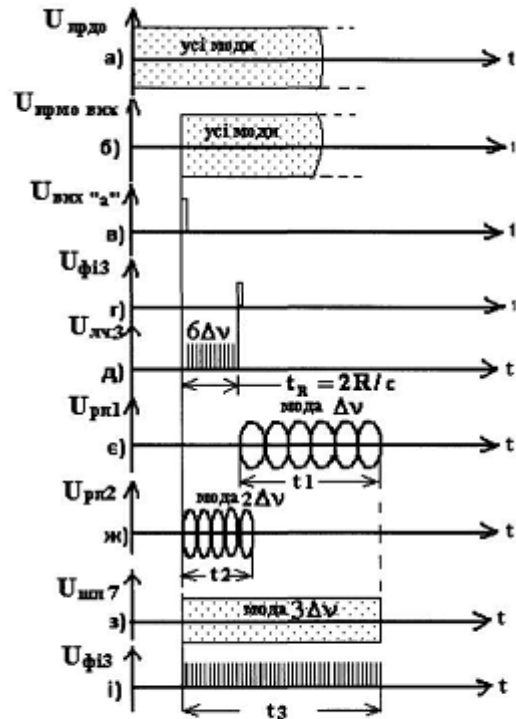
3. Альошин Г.В., Коломийцев Ю.В., Пашков Д.П. Канал вимірювання кутових швидкостей літальних апаратів на основі модернізованого частотно-часового методу. Деклар. патент на винахід 63285 А, G01S 11/04, G01S 17/42, 15.01.2004. Бюл. №1.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3