



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **56069** (13) **U**  
(51) МПК (2009)  
G01V 15/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**  
**ДО ПАТЕНТУ**  
**НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**видається під  
відповідальність  
власника  
патенту**(54) ЗВУКОДАЛЬНОМІР З ОЦІНКОЮ ЧЕРГИ ТРАНСПОРТУ**

1

2

(21) u201007426

(22) 14.06.2010

(24) 27.12.2010

(46) 27.12.2010, Бюл. № 24, 2010 р.

(72) АЛЬОШИН ГЕННАДІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, КОВАЛЬ АНДРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, КОЛОМІЙЦЕВ ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ЯРУТА АНТОН МИКОЛАЙОВИЧ, НАКОНЕЧНИЙ ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ, ВІКТОРОВА ОЛЕНА ВІКТОРІВНА

(73) ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Звукодальний мір з оцінкою черги транспорту, що містить послідовно з'єднані задавальний генератор імпульсів, модулятор, лінійний підсилювач, підсилювач потужності, суміщений випромінювач-приймач (СВП) акустичних коливань, смуговий

амплітудний детектор, перетворювач запізнення, інтерполятор, регістратор та пристрій керування, що з'єднаний зі входами модулятора, смугового підсилювача та перетворювача запізнення, який **відрізняється** тим, що до виходу амплітудного детектора послідовно підключені пороговий пристрій, лічильник вантажівок, логічний пристрій, радіопередавач та антена, крім того, до виходу амплітудного детектора також послідовно підключені лічильник легкових, лічильник-додавач та логічний пристрій, а також до виходу амплітудного детектора послідовно підключені кіп-реле зі входом "ні", схема "і", лічильник пропусків з виходом до лічильника-додавача та дешифратор скидання усіх лічильників, причому вихід генератора імпульсів підключений до входу схеми "і", а вихід регулятора порогу - до входу порогового пристрою.

Запропонована корисна модель належить до галузі інформаційного забезпечення системи динамічного керування мережами дорожнього руху і може бути використана для навігаційних автосистем.

Відомий «Звукодальний мір середньої точності з термокоррекцією» [1], який містить послідовно з'єднані задавальний генератор (ЗГ) імпульсів, модулятор (М), лінійний підсилювач (ЛП), підсилювач потужності (ППот), суміщений випромінювач-приймач (СВП) акустичних коливань, смуговий підсилювач (СП), амплітудний детектор (АД), перетворювач запізнення (ПЗ), інтерполятор (Ін), регістратор (Р) та пристрій керування (ПК), що з'єднаний зі входами модулятора, смугового підсилювача та перетворювача запізнення.

Недоліком відомого пристрою є те, що він має малі функціональні та інформаційні можливості для оптимального керування дорожньою мережею, не може здійснювати селекцію та підрахунок транспортних засобів у черзі перед перехрестями для визначення усіх текучих та середніх параметрів транспортної черги та пробок на перехрестях і на дорожній мережі.

В основу корисної моделі поставлена задача створити звукодальний мір з оцінкою черги транспорту, який дозволить при будь-якому навантаженні перехрестя оптимально регулювати рухом транс-

порту на мережі, здійснювати збір статистики та практичне забезпечення водіїв рішеннями задач оптимальної маршрутизації шляхом оцінювання параметрів завантаженості перехрестя доріг: затримки проїзду, кількості легкового і вантажного транспорту, їх середню протяжність та довжину загальної черги на проїзд перехрестя і т.і.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомий пристрій, який містить послідовно з'єднані задавальний генератор імпульсів, модулятор, лінійний підсилювач, підсилювач потужності, суміщений випромінювач-приймач акустичних коливань, смуговий підсилювач, амплітудний детектор, перетворювач запізнення, інтерполятор, регістратор та пристрій керування, що з'єднаний зі входами модулятора, смугового підсилювача та перетворювача запізнення, додатково до виходу амплітудного детектора послідовно підключені пороговий пристрій (ПП), лічильник вантажівок (ЛВ), логічний пристрій (ЛП), радіопередавач (РПРД) та антена (А), крім того, до виходу амплітудного детектора також послідовно підключені лічильник легкових (ЛЛ), лічильник-додавач (ЛД) та логічний пристрій (ЛПР), а також до виходу амплітудного детектора послідовно підключені кіп-реле зі входом "ні" («НІ»), схема "і" («І»), лічильник пропусків (ЛПР) імпульсів з виходом до лічильника-додавача, та дешифратор провалів (ДП) ски-

(13) **U**  
(11) **56069**  
(19) **UA**

дання усіх лічильників, причому, вихід генератора імпульсів (ГІ) підключений до входу схеми "І", а вихід регулятора порогу (РПор) - до входу порогового пристрою.

Побудова звукодальноміру з оцінкою черги транспорту пов'язана з використанням активного, що запитує, з пасивною відповіддю ультразвукового локатора, з фільтрацією та селекцією сигналу за рівнем імпульсів, відбитих від легкового та вантажного транспорту, що дає змогу оцінювати середню швидкість руху, затримку проїзду, число легкового і вантажного автотранспорту, їх середню протяжність, середню довжину загальної черги на проїзд перехрестя та інших параметрів завантаженості перехрестя на мережі для передачі їх лінії зв'язку до центру керування та маршрутизації.

Технічний результат, який може бути отриманий при здійсненні корисної моделі, полягає в повній автоматизації оцінювання середніх параметрів завантаженості автотранспортом перехрестя доріг і мереж, стійкості до погодних умов, високої екологічності та електромагнітної сумісності одночасної роботи з іншими приладами, розташованими неподалік від перехрестя.

На Фіг.1 представлено блок-схема звукодальноміру.

На Фіг.2 приведена узагальнена схема роботи випромінювача.

На Фіг.3 приведені епюри напруг з виходів блоків пристрою: а - огинаюча імпульсів, що приходять; б - напруга кіп-реле зі входом "ні", що заперечує рахунок відбитих імпульсів від автотранспорту, а у випадку провалу - дозволяє рахунок; в - імпульси, які сформовані на вході лічильника легкових; г - імпульси, які сформовані на вході лічильника пропусків.

Запропонований звукодальномір з оцінкою черги транспорту містить послідовно з'єднані задавальний генератор імпульсів 1, модулятор 2, лінійний підсилювач 3, підсилювач потужності 4, суміщений випромінювач-приймач акустичних коливань 5, смуговий підсилювач 6, амплітудний детектор 7, перетворювач запізнення 8, інтерполятор 9, регістратор 10 та пристрій керування 11, що з'єднаний зі входами модулятора 2, смугового підсилювача 6 та перетворювача запізнення 8, до виходу амплітудного детектора 7 послідовно підключені пороговий пристрій 12, лічильник вантажівок 13, логічний пристрій 14, радіопередавач 15 та антена 16, крім того, до виходу амплітудного детектора також послідовно підключені лічильник легкових 17, лічильник-додавач 18 та логічний пристрій 14, а також до виходу амплітудного детектора послідовно підключені кіп-реле зі входом "ні" 19, схема "і" 20, лічильник пропусків імпульсів 21 з виходом до лічильника-додавача 18 та дешифратор провалів скидання усіх лічильників 21, причому, вихід генератору імпульсів 24 підключений до входу схеми "і" 20, а вихід регулятора порогу 23 - до входу порогового пристрою 12.

Робота запропонованого звукодальноміру з оцінкою черги транспорту полягає в наступному. Спочатку (краще перед зеленим світлом світлофору) формується короткий електричний імпульс методом амплітудної імпульсної модуляції у моду-

ляторі 2 ультразвукового коливання задаючого генератора 1, що підсилюється лінійним підсилювачем 3 та підсилювачем потужності 4 і перетворюється суміщеним приймально-передаючим пристроєм 5 у зондуєчий акустичний імпульс. Відбиті від транспорту імпульси приймаються тим же акустичним пристроєм 5, що має особливості зворотності. Він вироблений на основі сегнетоелектриків, кварцу або на магнітоелектричному принципі. Імпульси поступають у смуговий підсилювач 6 і далі у амплітудний детектор 7, де перетворюється у відеосигнал. З виходу амплітудного детектора 7 імпульси поступають на вхід лічильника легкових 17, на вхід порогового пристрою 12, де поріг регулюється регулятором порогу 23 відповідно закону затухання сигналу за відстанню, і далі для підрахунку вантажного транспорту лічильником вантажівок 13, для яких рівень сигналу перебільшує поріг. Якщо вантажівки екранують легковий транспорт і є пропуски імпульсів, то спрацьовує кіп-реле зі входом «НІ» 19, що відкриває вхід схеми «І» 20. Період слідування імпульсів з генератору імпульсів 24 дорівнює середній затримці відбитих імпульсів. Число заекранованих легкових підраховується лічильником 21 і додається до число врахованих легкових у лічильник-додавач 18. Якщо пропуск більший ніж заданий інтервал, дешифратор 22 скидає усі лічильники у нуль з видачею результатів до логічного пристрою 14, що передає сформовану інформацію завдяки радіопередавачу 15 та антені 16.

Принцип підрахунку великогабаритного (вантажного) транспорту здійснюється наступним чином. Закон змінення рівня сигналу в залежності від дальності звичайно відомий (огинаюча імпульсів, що приходять, Фіг.3а). Поріг у пороговому пристрої 12 змінюється за даним законом і розрахований на трохи більший рівень сигналу, що приходить від легкового автотранспорту. Рівень сигналу, що приходить від великогабаритного автотранспорту, суттєво більший через більшу блискучу поверхню, що відбиває хвилі. Тому спрацьовує пороговий пристрій 12 і у лічильникові вантажівок 13 формується імпульс, що підраховується. Якщо великогабаритний транспорт екранує легковий транспорт, тоді у послідовності імпульсів можливий провал (Фіг.3б). Якщо відбитий імпульс є, тоді кіп-реле зі входом «НІ» 19 видає заперечення на схему «І» 20 на підрахунок РПР 21 рахункових імпульсів від генератору імпульсів 24. Якщо імпульсу нема, то схема «І» відкривається і лічильник пропусків 21 рахує імпульси імпульсного генератору 24, у якого імпульси слідує з середнім темпом імпульсів, відбитих від легкового транспорту.

Для визначення довжини черги проїзду перехрестя дані лічильника пропусків 21 додаються у лічильнику-додавачу 18. Дані про довжину черги транспорту, тобто, про кількість автотранспорту із усіх лічильників, поступають у логічний пристрій 14 і, при необхідності, перетворюються у дані для розрахунку інших параметрів завантаженості перехрестя, для кодування, відправлення у радіопередавач та посилки інформації у центр її обробки. У випадку, коли черга закінчується і слідує самі провали, дешифратор припустимого

числа пропусків 22, розрахований на кінець рахунку - великий пропуск, видає імпульс для зняття інформації із лічильників і для їх обнуління. Але якщо провал обумовлений великогабаритним автотранспортом, про що показує імпульс з лічильника 13, то цей імпульс блокує дешифратор 22 для продовження роботи.

Для забезпечення найменшого впливу випромінювання звукодальноміру з оцінкою черги транспорту на людину (флору і фауну), а також для простоти його реалізації пропонується вибирати:

- частоту акустичної хвилі -  $f_0 = 150 \text{ кГц}$ ;
- протяжність імпульсу -  $t_i = 0,14 \text{ мс}$ ;
- розрахунковий час розповсюдження ультразвуку:

$$T = \frac{R}{C} = \frac{200 \text{ м}}{330 \text{ м/с}} = 0,6 \text{ с}$$

де  $R$  - дальність дії звукодальноміру з оцінкою черги транспорту,  $c$  - швидкість розповсюдження ультразвуку.

Звукодальномір з оцінкою черги транспорту завантаженості перехрестя розташовується на стовпі над світлофором та можливими знаками руху автотранспорту (реклами) (Фіг.2).

Звукодальномір з оцінкою черги транспорту випромінює промені на автотранспорт від лінії «стоп» до відстані 200м (можливо і більшої). Якщо він забезпечує косекансну діаграму спрямованості, то і в цьому разі є можливість корегування зміни рівня відбитого сигналу від відстані. Щільність постановки автотранспорту до 1м потребує високої розрізняючої спроможності звукодальноміру з оцінкою черги транспорту, що визначається вказаною малою протяжністю ультразвукового імпульсу. Імпульс відбивається від блискучої точки транспорту з відповідною затримкою і приймається приймальним трактом (Фіг.1). Приблизна регулярність постановки автотранспорту перед перехрестям дає можливість оцінювати число відбитих імпульсів, не потребуючи високої точності, визначити завантаженість перехрестя.

Звукодальномір з оцінкою черги транспорту враховує неоднорідність транспорту, коли можливе екранування великим транспортом легкового транспорту і дає середню оцінку протяжності черги, числа легкового і великогабаритного транспорту і його протяжність. Ці параметри ситуації на перехресті впливають на час його проїзду. Вказані дані перехрестя доцільно передавати у стільниковому зв'язку у форматі SMS у центр обробки інформаційної дорожньої служби міста, району, області, країни і т.д., тобто у масштабах відповідних транспортних мереж.

Для ефективного використання звукодальноміру з оцінкою черги транспорту у дорожній мережі міста слід централізовано обробляти отриману інформацію шляхами оперативного рішення задач оптимальної маршрутизації і видачі централізованих поточних за часом рекомендацій користувачам - водіям, які заздалегідь можуть купувати дану послугу на певний інтервал часу.

В основу створення звукодальноміру з оцінкою черги транспорту узяті принципи акустичної, електромагнітної та іншої за природою сумісності усіх інформаційних пристроїв на дорогах, відкритий функціональний зв'язок розміру черги транспорту з параметрами руху, принцип невеликих фінансових витрат для виготовлення, принцип екологічності, принцип можливої простоти реалізації, а також відомі закони розповсюдження і обробки ультразвукової хвилі, що дозволяють селектувати та рахувати відбиті імпульси від автотранспорту, що стоїть у черзі.

Між сукупністю істотних ознак, що перераховані вище, існує наступний причинно-наслідковий зв'язок:

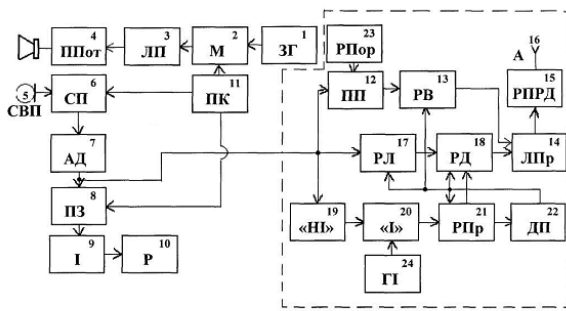
- наявність послідовно з'єднаних пристроїв, що перетворюють електричний сигнал в акустичний та випромінюють його, які дозволяють зондувати транспортну чергу на перехресті або біля «вузького» місця перед ввімкненням «зеленого» світла світлофору короткими ультразвуковими імпульсами;

- послідовно з'єднані перетворювач акустичного сигналу в електричний сигнал і приймальний тракт з дальноміром дозволяють керувати світлофором при малому русі транспорту, а відбиті та посилені приймачем імпульси після амплітудного детектора дозволяють з достатньою завадостійкістю та спроможністю прийняти та розрізняти пачку імпульсів і, використовуючи додаткову схему, що пропонується, оцінити у цифровому вигляді вказані параметри завантаженості перехрестя, що передаються далі за допомогою радіо або телефону у систему управління дорожньою мережею.

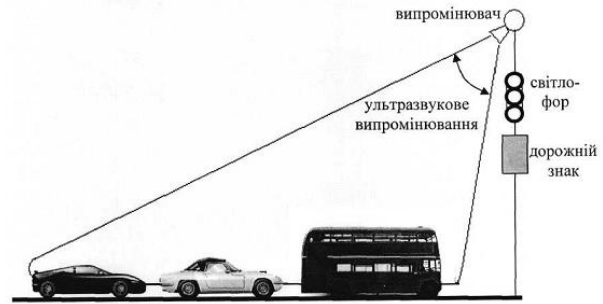
Звукодальномір з оцінкою черги транспорту встановлюється лише на одній смузі руху міського автотранспорту (за причиною вирівнювання черг по смугах перед перехрестям) на достатній висоті, а його нумерацію доцільно здійснювати за часовою стрілкою від напрямку дороги або від центру міста.

Джерела інформації:

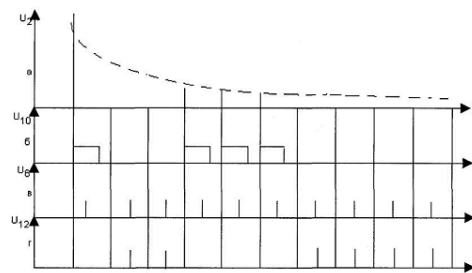
1. Горбатов А.А., Рудашевский Г.Е. Акустические методы измерения расстояний и управления. М.: Энергоиздат, 1981. - 208с.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3