

Винахід відноситься до медичної техніки, а саме до технічних засобів, що полегшують ходьбу і просторове орієнтування сліпих.

Відомий пристрій виявлення перешкоди сліпими [а.с. СССР №1289484, опубл.15.02.87, кл. А61F9/08]. Пристрій містить інфрачервоний випромінювач (ІК-випромінювач) і фотоприймач, послідовно з'єднаний з підсилювачем і електроакустичним перетворювачем. Перешкода виявляється на відстані за умови перевищення відбиваною світловою енергією порогового значення чутливості фотоприймача. При цьому вихідний сигнал фотоприймача поступає на електроакустичний перетворювач, що генерує звуковий сигнал. При наближенні до перешкоди частота і гучність звукових імпульсів підвищується. Фоторезистор, включений між генератором струму і підсилювачем потужності, і піковий детектор дозволяють адаптуватися до зміни зовнішньої освітленості і підтримувати стабільну точність визначення відстані.

Недоліком відомого пристрою є вживання порогового методу виявлення, що характеризується залежністю від відбивних властивостей поверхні перешкод і тому володіє якісними ознаками. Значний кут розповсюдження випромінювання не забезпечує виявлення малорозмірних перешкод, оскільки частка відбитої енергії пропорційна площі відбивача.

Відомий пристрій позбавлений універсальності, оскільки призначається для виявлення перешкод тільки у вертикальній площині і непридатний до перешкод типу ям, провалів, калюж тощо.

З відомих пристроїв допомоги сліпим при ходьбі найближчим по технічній суті є пристрій виявлення перешкод сліпими [а.с. СССР №1591976, опубл.15.09.90, кл. А61F9/08]. Даний пристрій обладнаний зоною зондування для підвищення точності виявлення перешкод складної конфігурації. У пристрої використовуються два ІК-випромінювача. Друга «зона безпеки» утворюється у області перетину діаграм спрямованості другого випромінювача і фотоприймача. При попаданні у фіксовану «зону безпеки» перешкоди активується другий канал виявлення перешкод, в якому з'являється імпульс з тривалістю, що визначає частоту сигналів, що поступають на електроакустичний перетворювач.

Конструкція даного технічного рішення обрана найближчим аналогом.

Але недоліком найближчого аналога є те, що за допомогою цього пристрою здійснюється виявлення перешкод тільки одного типу - розташованих над поверхнею, по якій переміщається користувач.

Задачею винаходу, що заявляється, є створення пристрою виявлення перешкод сліпими, в якому за рахунок введення додаткових елементів, зміни схеми з'єднання відомих елементів з новими елементами забезпечується поліпшення здатності оптико-електронного пристрою знаходити перешкоди шляхом розрізнення з високою точністю небезпечних ділянок дороги трьох типів і передачі випереджаючої інформації звуковими сигналами відповідної частоти.

Поставлена задача вирішена в пристрої виявлення перешкод сліпими, що містить генератор з'єднаний через електронний ключ паралельно з двома випромінювачами, канал виявлення виступів, з'єднаний послідовно з підсилювачем і фотоприймачем і забезпечений п'єзовипромінювачем, згідно з винаходом, пристрій додатково обладнаний паралельно розташованими каналом виявлення провалів і каналом виявлення водних перешкод, при цьому в каналі виявлення провалів до випромінювача послідовно підключений електронний ключ, а до фотоприймача послідовно підключені стробуючий каскад, накопичувач, одновібратор, інтегруючий фільтр, генератор другої частоти і датчик вертикалі, вихід якого з'єднаний зі входом суматора, а в каналі виявлення водних перешкод блок контактних кілець послідовно підключений до модулятора і генератора третьої частоти, вихід якого підключений до входу суматора. Окрім того, канал виявлення виступів додатково містить послідовно з'єднані стробуючий каскад, одновібратор і генератор першої частоти, при цьому, вихід одновібратора з'єднаний з входом суматора, а вихід суматора з'єднаний з п'єзовипромінювачем. Окрім того, генератор з'єднаний з каналом виявлення виступів і каналом виявлення провалів через комутатор.

Новим у заявленому винаході є те, що пристрій додатково обладнаний паралельно розташованими каналом виявлення провалів і каналом виявлення водних перешкод, завдяки яким стає можливо проводити кількісну оцінку характеристик перешкод та отримувати попередню інформацію про наявність перешкод.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де зображені:

На Фіг.1 - функціональна схема пристрою, що заявляється

На Фіг.2 - оптико-геометрична модель пристрою

На Фіг.3 - структурна схема пристрою

Пристрій виявлення перешкод сліпими складається з послідовно з'єднаних тактового генератора 1, комутатора 2, електронного ключа 3, блоку випромінювачів 4 з оптичною системою 5, причому до другого виходу комутатора 2 послідовно підключені електронний ключ 6 і випромінювач 7, приймальна частина каналу виявлення виступів складається з послідовно підключених фотоприймача 8, підсилювача-обмежувача 9, стробуючого каскаду 10, одновібратора 11, генератора першої частоти 12, причому до виходу підсилювача-обмежувача 9 послідовно підключені складові каналу виявлення провалів стробуючий каскад 13, накопичувач 14, одновібратор 15, інтегруючий фільтр 16, генератор другої частоти 17, датчик вертикалі 18, а перший вихід комутатора 2 підключений до другого входу стробуючого каскаду 13, другий вихід комутатора 2 підключений до другого входу стробуючого каскаду 10. Канал виявлення водних перешкод складається з послідовно з'єднаних блоку контактних кілець 19, модулятора 20 і генератора третьої частоти 21. Виходи генераторів частоти 12, 17 і 21 підключені до входів суматора 22, вихід якого підключений до п'єзовипромінювача 23.

Пристрій виявлення перешкод сліпими працює таким чином:

Сигнал, що зондує поверхню, з тактового генератора 1 через комутатор 2 і електронні ключі 3 і 6 у вигляді рівних по тривалості і розділених в часі імпульсів поступає на кожний з випромінювачів блоку 4 і випромінювач 7, наприклад, з шпаруватістю 25, і випромінюється у вигляді світлових пучків в напрямках, показаних на Фіг.2.

Відбитий досліджуваною поверхнею сигнал реєструється фотоприймачем 8 і, підсилений підсилювачем-обмежувачем 9, подається на вхід двох електронних каналів обробки сигналу фотовідповіді.

У першому каналі виявлення виступів сигнал фотовідповіді, селектований за часом стробуючим каскадом 10 і

сформований по тривалості одновібратором 11, включає генератор першої частоти 12, що свідчить про наявність виступу.

У другому каналі виявлення провалів за наявності сигналу фотовідповіді від всіх випромінювачів блоку 4 він селектується за часом стробуючим каскадом 13 і поступає на вхід накопичувача 14, на виході якого формується рівень сигналу, достатній для запуску одновібратора 15. Імпульси з виходу одновібратора 15, перетворені інтегруючим фільтром 16 в постійний сигнал високого рівня, забороняють роботу генератора другої частоти 17 на знак відсутності провалу.

У третьому каналі виявлення водних перешкод застосовується контактний метод. При замиканні у водному середовищі двох або трьох контактів блоку контактних кілець 19 на виході модулятора 20 формуються керуючі імпульси з частотами 5 або 10 Гц відповідно, які включають генератор третьої частоти 21.

Сигнали з виходу першого і третього каналів виявлення перешкод безпосередньо поступають через суматор 22 на п'єзовипромінювач 23. Сигнал з виходу другого каналу проходить на суматор 22 через датчик вертикалі 18, блокуючий сигнал у разі відхилення пристрою від вертикалі на кут, що перевищує 20° і що виключає, таким чином, помилкові спрацьовування при виявленні провалів в результаті виходу світлових плям випромінювачів блоку 4 із поля зору фотоприймача 8.

Для надання допомоги сліпим створено багатофункціональний пристрій, що базується на синтезі відомих і оригінальних методів виявлення перешкод і забезпечує як найповніше сприйняття умов переміщення користувача.

Аналіз можливих дорожніх ситуацій дозволив виділити 3 основні види перешкод: I тип - виступи, стіни, бордюри, труби, стрижні і т.п. (у вертикальній площині); II тип - провали, ями, нахили, сходи та ін. (на горизонтальній поверхні); III тип - калюжі (водні). Приведена класифікація перешкод визначає мінімальний круг функціональних задач, що стоять перед пристроєм їх виявлення і розрізнення.

Орієнтування сліпих при ходьбі здійснюється в результаті формування оптичними методами двох зон огляду: дальньої - для визначення виступів по пороговому методу, і ближньої - для визначення провалів по базовому методу у відповідність із співвідношеннями геометричної моделі ходу світлових променів в оптико-електронному блоці пристрою, показаної на Фіг.2

$$z = \frac{hl_m}{l_n}; \quad \gamma = \arctg \frac{l_n}{l}$$

де  $z$  - глибина провалу,  $h$  - висота розташування фотоприймача,  $l_m$  - довжина тіньової зони,  $l_n$  - віддаленість провалу,  $b$  - вимірювальна база,  $l$  - довжина пристрою,  $\gamma$  - кут між оптичною віссю випромінювача і віссю пристрою.

Контактний метод застосовується для виявлення водних перешкод.

Приймально-випромінювальна система пристрою працює в ближній інфрачервоній ділянці спектру на довжині хвилі  $\lambda=900\text{нм}$  і складається з блоку випромінювачів 4 і дискретного випромінювача 7 для ближньої і дальньої зони відповідно і одного фотоприймача 8. Блок випромінювачів 4 оптично узгоджується з оптичною системою 5 таким чином, що формує лінійну послідовність світлових плям на поверхні 24, а випромінювач 7 опромінює площину 25, нормальну до поверхні 24.

Фотоприймач 8, що розташовується під випромінювачами на загальній вертикалі і вільний від фокусуючої оптики, займає геометричне положення, що забезпечує включення в його поле зору відбитих світлових плям з дальньої і ближньої зон.

Часова послідовність зміни вихідного сигналу фотоприймача 8 при зближенні з перешкодами різного типу така.

За наявності перешкоди у вертикальній площині 25 в дальній зоні настройки випромінювача 7 з'являється зображення світлової плями на чутливому майданчику фотоприймача 8. Зважаючи на незначну відстань між винаходом 7 та прототип вимірювальної бази  $b_1$  світлова пляма випромінювача 7 не виходить за межі поля зору фотоприймача 8, а зміна амплітуди відбитого сигналу задовільняє закон зворотних квадратів відстаней, що відповідає амплітудному методу вимірювань.

Вхід в ближню зону пов'язаний з виявленням провалів. У відсутність порушень поверхні 24 фотоприймач 8 приймає випромінювання блоку випромінювачів 4, відбитого з ближньої зони. Провал 26 поверхні 24 приводить до виходу одного або декількох світлових плям з поля зору і, відповідно, їх зображень - з майданчика фотоприймача 8, що супроводжується зміною рівня сигналу фотовідповіді. При цьому передня кромка провалу 26 виконує роль екрану, що формує тіньову зону у полі зору фотоприймача 8.

Здатність виявлення провалу визначається залежністю між висотою розташування фотоприймача, віддаленістю провалу, довжиною тіньової зони, що завдовжки утворюється, з одного боку, і глибиною провалу  $z$  - з іншого боку, що має наступний вигляд (див. Фіг.2)

$$z = \frac{hl_m}{l_n} \quad (1)$$

Виходячи з умов забезпечення безпеки,  $l_n$  відповідає довжині кроку користувача, а  $l_m$  визначається проекційними характеристиками випромінювача.

Висота розташування блоку випромінювачів 4, виходячи з необхідності забезпечення максимальної вимірювальної бази  $b$  між ним і фотоприймачем 8, відповідає довжині пристрою  $l$ , звідки

$$b=l-h. \quad (2)$$

Кут відхилення  $\gamma$  оптичної осі випромінювача від осі пристрою, нормальної до горизонтальної поверхні, забезпечує проходження потоку випромінювання в тіньову зону, минувши кромку провалу, при цьому

$$\gamma = \arctg \frac{l_n}{l} \quad (3)$$

Рівняння (1)-(3) дозволяють провести розрахунок пристрою, здатного знаходити провал. Наприклад, з урахуванням середньої довжини кроку користувача, безпечна віддаленість провала,  $l_n = 0,25\text{м}$ . Мінімально можлива довжина тінювої зони  $l_m$  рівна довжині проекції світлової плями, яка на дальності 1м не перевищує двох діаметрів  $d_0$  оптичної системи 5 блоку випромінювачів 4. Якщо  $d_0=0,02\text{м}$ , то  $l_m \leq 0,04\text{м}$ . Тоді, розташувавши фотоприймач 8 на висоті  $h=0,50\text{м}$ , згідно рівнянню (1), можливо виявити провал глибиною  $z \approx 0,08\text{м}$ .

Рішення зворотної задачі - розрахунку положення фотоприймача 8, виходячи з необхідності виявлення провалу безпечної глибини, наприклад,  $z=0,05\text{м}$ , дає значення  $h=0,31\text{м}$ .

Запропонований пристрій може мати вигляд, як зображено на Фіг.3.

Передбачена координатна прив'язка по рівняннях (1)-(3) для блоку випромінювачів 4 ближньої і випромінювача 7 дальньої зон вимірювань і фотоприймача 8. При цьому здійснюється взаємодія випромінюваних потоків з порушеннями поверхні 24 у вигляді виступів 25 або провалів 26 по зображеній схемі.

Блок випромінювачів 4 ближньої зони з відповідною оптичною системою 5 вбудовується в ручку 28, наприклад пристрою 27 та здійснює просторове орієнтування полів зору приймально-випромінювальної системи. Розташування блоку випромінювачів 4 відносно оптичної системи 5 таке, що утворювані ними на земній поверхні світлові плями 29 розміщуються на лінії, перпендикулярній напрямку руху 30 користувача (31 - положення кінця пристрою на земній поверхні). Відстань між крайніми світловими плямами рівна ширині пішохідного коридору 32, що складає практично дві ширини стопи користувача 33. Якщо вважати безпечним провал ширше ніж в півстопи, то кількість випромінювачів в блоці випромінювачів 4 повинна бути такою, щоб просторова періодичність світлових плям на зондованій поверхні не перевищувала його ширини, тобто мінімальне їх число рівне 6.

Дана структура блоку випромінювачів 4 забезпечує просторово-часове сканування зондуемого випромінювання і при синхронному прочитуванні відбитого сигналу гарантує виявлення провалів небезпечної ширини. Розділення зони опромінювання досліджуваної поверхні на ділянки, співмірні з шириною провалу, збільшує точність вимірювань порівняно з методами, заснованими на безперервному опромінюванні.

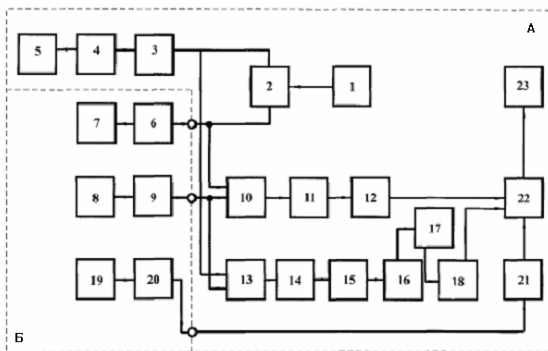
Перешкоди III типу - водні, виявляються способом замикання контактних кілець 19 в блоці 34 при зануренні у водне середовище. Оцінка глибини водної перешкоди проводиться за допомогою трьох зовнішніх контактних кілець, розташованих у порядку зростання вертикальної координати - у основи пристрою, на висоті 2-3см і на висоті ~ 5см. Замикання нижнього і середнього кілець визначається як безпечна глибина перешкоди, трьох - як небезпечна глибина.

Внутрішня порожнина 27 використовується також для розміщення двох електронних блоків обробки сигналу 35 і 36, лінії зв'язку між ними 37, джерела живлення 38 і сигнального п'єзовипромінювача 23.

Виділені на Фіг.1 пунктирними лініями електронні блоки А і Б позначені на Фіг.3 позиціями 35 і 36 відповідно.

В основу пристрою встановлений принцип поєднання контактного засобу виявлення перешкод, з електронним пристроєм, що здійснює неконтактний або дистанційний контроль стану траси руху. Алгоритм сумісної дії включає отримання за допомогою електронного пристрою попередньої інформації про наявність перешкод в двох площинах пішохідного коридору, генерацію попереджувальних звукових сигналів і механічне обстеження перешкод.

Заявлений пристрій виявлення перешкод сліпими підвищує вірогідність виявлення перешкод і збільшує кількість вимірюваних ознак, а конструктивне об'єднання контактного і неконтактного пристосувань забезпечує ідентичність просторово-координатних характеристик та можливість кількісної оцінки характеристик перешкод.



Фіг. 1

