

ПАСИВНА СИСТЕМА ВИЯВЛЕННЯ ТЕПЛОВИПРОМІНЮЮЧИХ ОБ'ЄКТІВ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Я. Ю. Власенко^{1, а}, О. Д. Василенко^{1, б}

¹ *Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
Фізико-технічний інститут*

Анотація

Система відноситься до області охоронної сигналізації, а більш конкретно – до систем виявлення тепло- випромінюючих об'єктів, (порушників) які проникають у зону виявлення. Запропонований метод реалізації модернізованої пасивної системи виявлення та вирішення таких задач, як: можливість виявлення об'єкта за перешкодами, які розташовані у зоні виявлення; можливість виявлення безпілотних літальних апаратів; визначення напрямку перебування об'єкта у відповідному куті зони виявлення.

Ключові слова: Пасивні інфрачервоні системи виявлення, системи спостереження.

Вступ

Пасивні інфрачервоні (ПІЧ) засоби виявлення набули широкого поширення і є одними з основних засобів охорони як приміщення так і відкритих територій та периметру. Це обумовлено тим, що сучасні пасивні інфрачервоні засоби володіють високими показниками виявлення та завадостійкості, широким видом конфігурацій зон виявлення, економічні, екологічно безпечні і не створюють перешкод іншим засобам електронної техніки. Ці переваги інфрачервоних систем охорони порівняно з оптичними, та радіолокаційними системами, призвели в останнє десятиліття до стрімкого розширення використання ПІЧ – систем охорони.

Принцип роботи системи заснований на реєстрації зміни в часі різниці між інтенсивністю інфрачервоного випромінювання від людини і фонового теплового випромінювання, у зоні що охороняється [1]. На даний час подібні системи є актуальними та необхідними для застосування на території ведення бойових дій. Завдяки цим пристроям військовослужбовці зможуть безперервно вести спостереження за зоною що охороняється та вчасно виявляти порушників або диверсійно-розвідувальні групи. Завчасне виявлення порушників дасть змогу швидше відреагувати на порушення та надати відповідні команди для запобігання неправомірним наслідкам, а також збереже життя військовослужбовцям які охороняють свої позиції.

Найбільш близьким до запропонованої системи є пристрій – тепловізор, що містить оптичну систему, блок обробки (БО) та матрицю точкових приймачів інфрачервоного (ІЧ) випромінювання, яка розміщується в фокальній площині об'єктива [1]. Завдяки цьому, формується двовимірне зображення розподілу

температури в межах заданого поля зору. Існуючий тепловізор перетворює картину розподілу теплових полів у видиму область і надає зображення в зручному вигляді на екран оператора. Недоліком такого пристрою є те що він автоматично не формує сигнал тривоги та має вартість близько 200 тис. грн, що також призводить до зниження сфер застосування.

Поставлені задачі пасивної інфрачервоної системи виявлення об'єктів у польових умовах вирішується завдяки збільшенню кількості піроелектричних приймачів, кожен з яких приймає випромінювання у відповідному куті, та формування сигналу виявлення відбувається за рахунок порівняння сигналів в різних кутах послідовним переключенням сигналів з піроелектричних приймачів і дозволяє методом перебору виявити зміну інтенсивності випромінювання в різних тілесних кутах.

1. Принципи побудови пасивної інфрачервоної системи виявлення тепловипромінюючих об'єктів у польових умовах

Пасивна інфрачервона системи виявлення тепловипромінюючих об'єктів складається з трьох основних частин: оптичної системи, приймачів ІЧ випромінювання та блоку обробки (рис. 1). Оптична система приймає випромінювання прийняте від об'єкта і спрямовує його на відповідний ІЧ приймач. Кожний піроелектричний приймач містить свою оптичну лінзу, та відповідний просторовий кут огляду в зоні виявлення.

В якості приймача ІЧ випромінювання використовується напівпровідниковий піроелектричний приймач, здатний зареєструвати різницю в кілька десятків градусів між температурою тіла людини і фону. Зміна температури перетворюється в електричний сигнал, який після відповідної обробки при перевищенні заданого порогу викликає сигнал тривоги.

^а vlasenkoyaro@gmail.com

^б vasad@online.ua

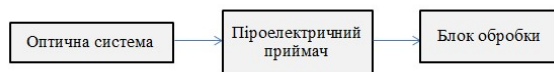


Рис. 1. Структурна схема основних частин ПЧ системи виявлення

Варіант розміщення піроелектричних приймачів у системі показано на рис. 2.

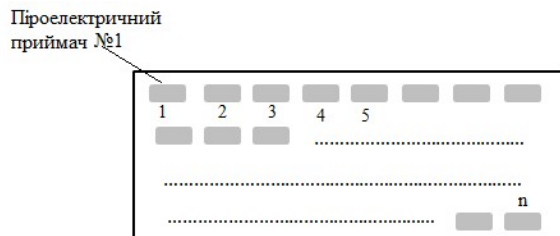


Рис. 2. Розміщення піроелектричних приймачів у системі

Блок обробки забезпечує фільтрацію сигналу (ФНЧ) та формує відповідний поріг. Всі сигнали, що перевищують заданий поріг відображаються на індикаторі, а сигнали які менше заданого порогу не будуть відображатися. Як видно з рис. 3, що можливе знаходження людини або тепловипромінюючого об'єкта в області де сигнал по амплітуді перевищує значення 4 всі інші сигнали які відображаються на індикаторі можна вважати сторонніми предметами.



Рис. 3. Вигляд вихідного сигналу на індикаторі

В якості індикатора можливе використання як елемента комп'ютерної техніки – монітор так і окремих елементів які мають візуалізацію сигналів що надходять від БО. Індикатор показує по осі y амплітуду прийнятого сигналу U , а по осі x кут огляду системи α , завдяки цьому в реальному часі можна спостерігати за змінами у зоні виявлення та спостерігати існуючий об'єкт. Також на індикаторі можуть відображатися додаткові параметри руху об'єкта.

2. Можливість виявлення тепловипромінюючого об'єкта у польових умовах за перешкодами

Інфрачервоне випромінювання, що надходить від людини має довжину хвилі $\lambda = 5...14$ мкм. Деякі типи перешкод, що можуть знаходитись у зоні виявлення мають отвори ширина яких співпадає або менша за довжину хвилі λ , тому тут присутня дифракція.

Отже на час виявлення порушника за перешкодами буде впливати дифракція ГЧ випромінювання, це залежить від ширини отворів у перешкодах через які проходить явище дифракції (рис. 4).



Рис. 4. Зображення людини за перешкодою – зелене насадження

Розрахунок часу проведений при умові, що випромінювання від людини повністю передається через перешкоду. Типи перешкод які є найбільш імовірними на площах, що охороняються: зелені насадження (кущі, дерева, листя); конструкція з *OSB* товщиною 10 мм; конструкція з дошки товщиною 20 мм. Теплове випромінювання від людини, що проходить крізь листя зелених насаджень, за рахунок дифракції, практично зразу виявляється детектором [2]. За результатами розрахунків часу, побудована гістограма, що представлена на рис. 5, яка показує можливість виявлення порушника який ховається за перешкодою. На рис. 5 наведені результати часу, коли температура перешкоди, набуває достатньої для виявлення детектором температури, прийнятої від порушника, що перебуває за нею. Виявлення зміни випромінювання відбудеться тільки в тому випадку, коли буде різниця температур між перешкодою та навколишнім середовищем [2].

3. Можливість виявлення пасивною інфрачервоною системою безпілотних літальних апаратів

Однією з поставлених задач є виявлення пасивною інфрачервоною системою безпілотних літальних апаратів (БПЛА). На виявлення БПЛА будуть впливати такі фактори:

- Вплив атмосферного фону на можливість виявлення.
- Рівень теплового випромінювання від БПЛА.

Можливості пропускання ГЧ випромінювання через атмосферу % в залежності від довжини хвилі

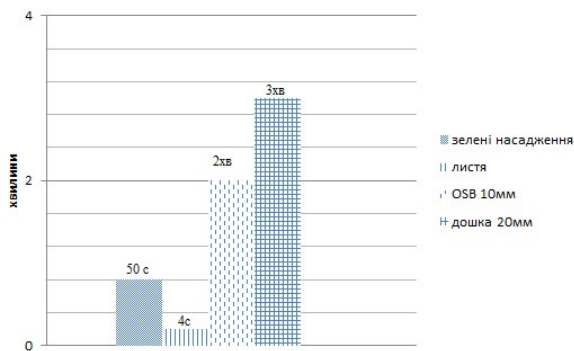


Рис. 5. Гістограма часу за який детектор виявить зміну температури між перешкодою за якою перебуває порушник та навколишнім середовищем

(мкм) представлений на рис. 6 [3]. Для прикладу взято відстань 1 км.

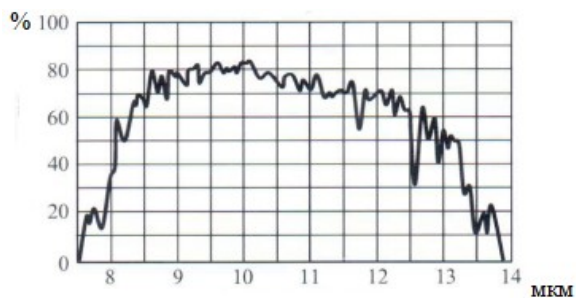


Рис. 6. Пропускна можливість атмосфери на відстані 1 км

ІЧ випромінювання від літаючих апаратів знаходиться в межах 4 – 12 мкм, в залежності від їх розмірів та типу. Як видно з рис. 6 можливість виявлення ІЧ-випромінювання довжиною хвилі 8 – 12 мкм, має велику ймовірність. Для зменшення впливу атмосферного фону на виявлення, інфрачервона пасивна система сканує всю зону виявлення та порівнює теплові характеристики в різних точках зони виявлення, це дає змогу виявити різницю температури між літаючим об'єктом та атмосферним фоном.

Теплове випромінювання електродвигуна БПЛА залежить від його потужності. Для прикладу розрахунку ККД, взято електродвигун з такими параметрами: потужність – 50 Вт, напруга – 11 В, сила струму – 4.8 А. Формула для розрахунку ККД електродвигуна:

$$\eta = \frac{P \cdot 100\%}{U \cdot I}$$

$$\eta = \frac{50 \cdot 100\%}{11 \cdot 4.8} = \frac{50 \cdot 100\%}{52} = 90\%$$

ККД електродвигуна БПЛА становить 90 %, інша частина 10 % розсіюється у вигляді тепла. Існуючі електродвигуни під час роботи мають температуру в середньому 400°C , яка достатня для виявлення інфрачервоною пасивною системою.

Висновки

Отримані оцінки та розрахунки показують, що пасивна інфрачервона система виявлення тепловипромінюючих об'єктів у польових умовах має можливість виявлення об'єктів за перешкодами а також виявлення БПЛА при цьому буде мати меншу вартість порівняно з існуючими системами.

Перелік використаних джерел

1. Груба И.И. Системы охранной сигнализации. Технические средства обнаружения / И.И. Груба — М.: Солон-Пресс, 2012. — 220 с.
2. Власенко Я. Ю., Василенко О. Д. Модернізація ПЧ-однопроменевих систем виявлення — Матеріали XIII Всеукр.наук.-практ. конф. «Теоретичні та прикладні проблеми фізики, математики та інформатики». — К.: ВПІ ВПК «Політехніка», 2015. — с. 149-151.
3. Круз П. Основы инфракрасной техники / П. Круз, Л. Макглоумен; перев. с англ. В.Н. Чернышева и А.Г. Шереметьева. — М.: Воениздат, 1964. — 464 с.