

ЗАВАДОСТІЙКА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА НА СВІТЛОВИХ ПРОМЕНЯХ

На основі аналізу існуючих систем передачі інформації з використанням оптичних сигналів запропоновано принцип роботи і розроблено інформаційну систему на світлових променях видимого діапазону, що характеризується високою завадостійкістю, простотою налаштування і додатковими елементами маскування. Завадостійкість забезпечується завдяки синхронній обробці сигналів, що дозволяє виділити інформаційну складову на фоні денного освітлення та випадкових спалахів-завад. Показано ефективність застосування даної розробки в складі охоронної системи захисту периметра.

Ключові слова: інформаційна система, світловий імпульс, оптичний сигнал, світлодіодна матриця, синхронна обробка

V.V. BRAILOVSKY, I. V. PYSLAR, M.G. ROZHDESTVENSKA
Chernivtsi national university

NOISE PROTECTED INFORMATION SYSTEM ON VISIBLE LIGHT

On the basis of analysis of existent optical systems of information transfer an operating principle of new information system using light rays is proposed. The system, which is characterized by high noise protection, simplicity of tuning and additional masking elements, is developed. Noise stability is provided due to synchronous procetion of signals. It allows to select an information optical component on a background daylight and flashes of light. It was shown an efficiency of application of developed system as an element of guard system of perimeter defence.

Keywords: information system, the light pulse, the optical signal, LED matrix, synchronous processing

Вступ

Поява потужних світлодіодних матриць відкриває нові можливості використання видимого діапазону світла в інформаційних системах. Так, наприклад, у [1] наводиться інформація про розробки так званих Li-Fi систем передачі даних. За своїми технічними характеристиками вони мало чим поступаються відомим Wi-Fi системам, проте не заміщують, а лише доповнюють їх. Однак в умовах жорстких обмежень на допустимий рівень електромагнітного випромінювання (лікарні, діагностичні центри і т.п.) заміна Wi-Fi систем на Li-Fi є необхідною.

Використання потужних світлодіодних матриць дозволяє по-новому підійти до технічного забезпечення охоронних систем, які можна віднести до інформаційних систем як такі, що формують відповідний сигнал при втручанні в контрольовану область. Значний інтерес до світлодіодних матриць виникає у випадку безконтактних периметричних систем охорони. До таких систем необхідно віднести системи, які принципово не створюють фізичного бар'єру і не вимагають механічного впливу на давачі системи, завдяки чому характеризуються вищою ступінню прихованості. Прикладом систем такого виду є ультразвукові, радіохвильові, ємнісні та на світлових променях [2-6]. В останньому випадку мова іде переважно про інфрачервоні та лазерні системи захисту периметра [7]. В поєднанні з іншими системами охорони вони дозволяють створювати складні комплексні системи сигналізації і захисту об'єктів. Саме комплексний підхід, застосування різних методів захисту дозволяє подолати недоліки кожного методу окремо і створити високонадійну систему захисту.

Для певної групи об'єктів (наприклад, невеликих за площею, з низьким рівнем секретності) організація такої системи захисту може виявитись невиправдано коштовною, а її обслуговування – занадто складним і дорогим. В таких випадках зручними є оптичні системи захисту (інфрачервоні, лазерні) завдяки їх простоті, гнучкості встановлення та відносно невисокій вартості. Зазначені охоронні системи мають відомі [7] недоліки (наприклад, чутливість до атмосферних впливів).

Головним недоліком інфрачервоних периметричних систем в порівнянні з іншими оптичними системами є складність їх налагодження (юстування); проблеми застосування лазерних периметричних систем полягають у використанні N-ної кількості джерел-випромінювачів [8]. Основною метою даної роботи є розробка системи охорони і сигналізації, позбавленої зазначених вище недоліків. Для цього необхідно розв'язати наступні задачі:

- сформулювати принцип роботи нової оптичної системи охорони;
- розробити складові блоки системи;
- виготовити пристрої і дослідити основні його технічні характеристики.

Обґрунтування вибору принципу роботи оптичної системи

Застосування оптичного випромінювання видимого діапазону в поєднанні з сучасною елементною базою є дуже привабливим для вирішення поставлених в роботі задач. По-перше, спрощується процедура настроювання системи завдяки можливості візуального контролю розповсюдження променів. По-друге, сучасні світловипромінюючі діоди (світлодіодні матриці) забезпечують високі рівні потужності випромінювання (10 Вт і вище) [1], що дозволяє побудувати охоронну систему з одним випромінювачем.

Аналіз існуючих технологій захисту свідчить, що оптичні сигнали в них використовуються в різний

спосіб [2]. Це цілком логічно і виправдано, оскільки будь-який елемент новизни чи відмінності підвищує міру захищеності об'єкта, що охороняється. Нами не було знайдено повних аналогів методики, що пропонується нижче.

В ролі джерела світла виступає світлодіодна матриця [9], гостро напрямлений світловий потік якої використовується для охорони периметру. При необхідності забезпечення контролю простору навколо об'ємних об'єктів (автомобіль і т.п.) формується світловий потік конічного вигляду. Конфігурація та розміри контрольованої області визначаються кроком розміщення фотоприймачів (рис. 1). Вигляд об'ємної світлової фігури, сформованої відповідним розміщенням джерела світла і фотоприймачів, в загальному випадку має конічну форму і зумовлюється геометрією об'єкта, що охороняється.

Прихованість роботи даної охоронної системи забезпечується тим, що загалом вона подібна до звичайного освітлення: вдень джерело виглядає вимкненим, а вночі забезпечує звичайне освітлення об'єкта. Однак реально модульоване випромінювання видимого діапазону генерується протягом всього періоду роботи системи. В залежності від пори доби (рівня природного освітлення) змінюється частота світлових імпульсів від 100 Гц в темну пору доби до 1 Гц в світлу пору доби.

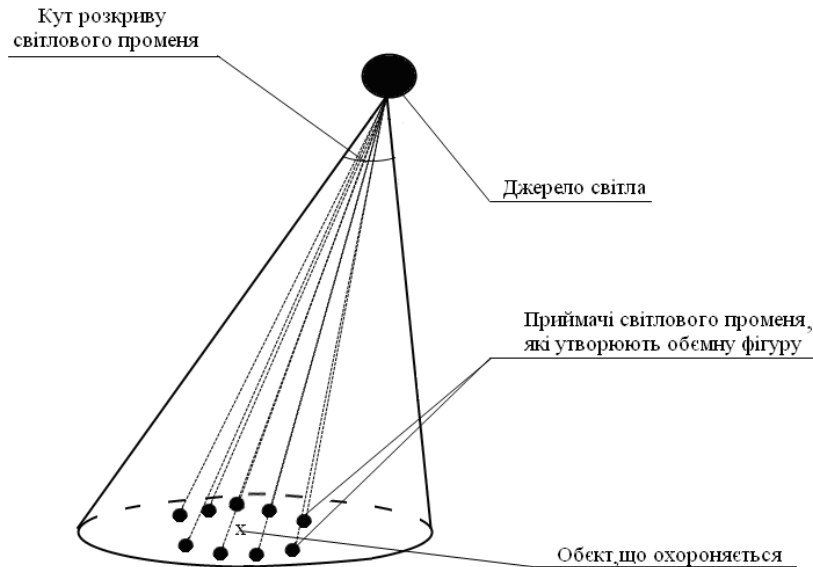


Рис.1. Охорона об'єкта X за допомогою периметричної системи охорони

В світлу пору доби формуються світлові імпульси малої тривалості потужністю 10 Вт. Величина тривалості світлових імпульсів обрана з врахуванням інерційності зору людини і є достатньо малою для того, щоб спостерігач не встиг помітити їх. Така можливість пояснюється рис. 2 [10].

Проміжок часу $t_0 \div t_1$ (рис. 2) є латентним періодом зорового аналізатора людини, тобто проміжок часу між моментом подання сигналу та моментом виникнення зорового відчуття. Цей час залежить від інтенсивності сигналу, кутових розмірів збуджуючого променя, віку спостерігача та інших індивідуальних особливостей зору людини. В середньому, для більшості людей латентний період зорової реакції знаходиться в межах 160÷240 мс. Експериментальні дослідження, проведені за допомогою даної системи, показують, що $\tau_{\text{імп.}} \approx 10$ мкс. При частоті слідування імпульсів 0,1÷1,0 Гц і стандартному рівні фонового освітлення 200 лк імпульси вказаної тривалості стають "невидимими" для людського зору.

Незважаючи на "невидимість" для людського зору, світлові імпульси добре розпізнаються фотоприймачами і в разі своєї відсутності дозволяють зафіксувати спроби порушити контрольовану зону.

В нічному режимі роботи оптичний сигнал також являє собою послідовність імпульсів потужністю 10 Вт і тривалістю 10 мкс, проте частота їх слідування зростає до 100 Гц. Внаслідок того, що після закінчення дії вхідного імпульсу зорове відчуття людини зникає поступово (рис. 2, інтервал $t_3 \div t_4$ - тривалість інерції відчуття, яка для більшості людей становить 10÷120 мс), навіть при досить низькій частоті 100 Гц оптичні імпульси візуально важко розрізнити. Таким чином, спостерігач бачить практично неперервне світло, а приймальна система – послідовність імпульсів, за допомогою яких може бути виявлене порушення контрольованої зони.

Перемикання режимів з нічного на денний і навпаки відбувається автоматично при зміні

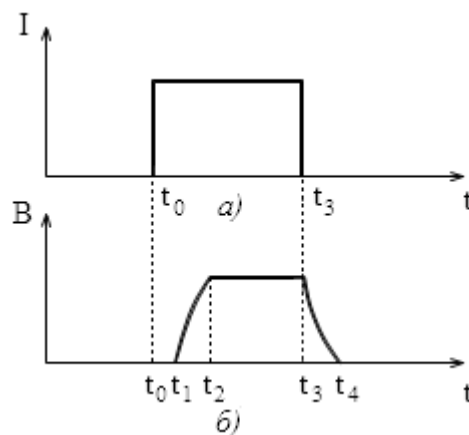


Рис. 2. Часова діаграма роботи зорового аналізатора людини: а) вхідний сигнал I; б) прийнятий сигнал B

освітленості навколишнього середовища.

Опис складових блоків охоронної системи

Генеруючий пристрій формує електричні імпульси з заданою тривалістю та частотою, які надходять на потужне світлодіодне джерело світлового випромінювання. Світлодіодна матриця працює у видимій частині спектру, що дає можливість легко налаштувати охоронну систему (на час налагодження імпульсний режим вимикається). Генерований матрицею світловий потік з певним кутом розкриття надходить на зафіксований в потрібному місці фотоприймач чи декілька таких приймачів (1.....N) з підсилювачами, які перетворюють падаюче на них світло на електричні імпульси. Постійна складова електричного сигналу, зумовлена фоновим освітленням, відділяється від корисного імпульсного сигналу за допомогою роздільного конденсатора відповідної ємності. Далі електричний сигнал надходить до двостороннього обмежувача, подається на підсилювач та систему синхронної обробки сигналу, де формується сигнал про переривання одного чи декількох променів.

Поява перешкоди на шляху розповсюдження променя фіксується схемою аналізу сигналів, яка за певним алгоритмом формує сигнал тривоги. Останній, в свою чергу, за допомогою передавача може бути переданий або бездротовим шляхом (радіосигнал), або по дротах шляхом замикання контактів реле.

Застосування запропонованого методу дозволяє вибирати віддалі між охоронними напрямками при формуванні об'ємної охоронної області, яка задається відповідним розміщенням фотоприймачів. Використання збірної лінзи дає можливість змінювати кут розкриття імпульсного світлового потоку. Система синхронної обробки прийнятого сигналу забезпечує малу чутливість системи до дії постійних та імпульсних світлових потоків (світло сонця, світло від освітлювальних приладів і т.п.) [9].

На рис. 3 зображена схема електрична принципова передавальної частини розробленої системи.

Опорний генератор реалізований на двох логічних елементах (мікросхеми DD1 та DD2), які в даному випадку використовуються як інвертуючі аналогові підсилювачі з високим коефіцієнтом підсилення за напругою. Резистор R1 задає глибину від'ємного оберненого зв'язку. Величиною ємності конденсатора C1 задається глибина додатного оберненого зв'язку. Частота генерованих коливань визначається параметрами елементів R1 та C1.

Елементи C2, R2 утворюють схему диференціювання, а VD1 – односторонній обмежувач. На елементах DD3, DD4, C3, VD2, R3, R4 зібрано одновібратор. Сформований одновібратором імпульсний сигнал підсилюється повторювачем напруги VT1, VT2 до допустимого для світлодіодної матриці VD3 рівня потужності.

Світлодіодна матриця випромінює світловий імпульс через збірну лінзу.

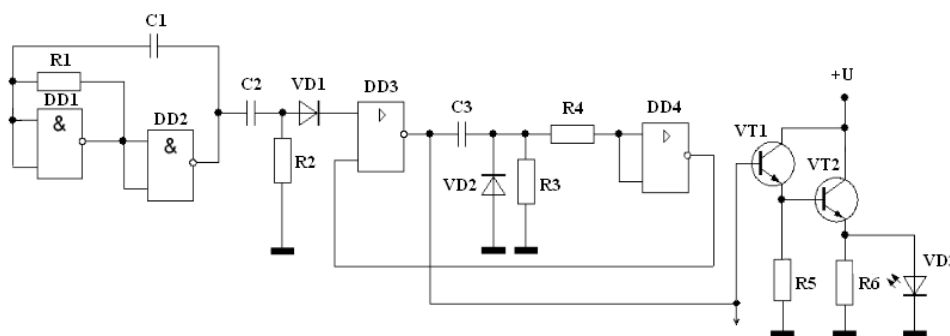


Рис. 3. Схема електрична принципова передавальної частини системи

На рис. 4 зображена схема електрична принципова приймальної частини розробленої системи. Фотодіодний приймач VD1 приймає світлові імпульси і перетворює їх на електричні. Елементи VD1, R1÷R5, VT1, VT2, C1, утворюють фотоприймач з підсилювачем. Електричний сигнал, сформований фотодіодом VD1, за допомогою повторювача напруги на транзисторі VT1 передається на підсилювач реалізований на VT2. Далі сигнал подається на двосторонній обмежувач амплітуди (елементи R6, R7, C2, VD2÷VD5, C3) і на підсилювач (елементи R8÷R11, C4÷C12, DA1).

Після підсилення сигнал подається на синхронний інтегратор (елементи DD1, VT3, VT4, C11, C12), який складається з двох ідентичних інтегруючих ланок, конденсатори C11, C12 та електронні ключі VT3, VT4. Ці ключі керуються опорною напругою, що формується генератором передавальної частини системи. Сигнал з синхронного інтегратора подається на вхід синхронного детектора, виконаного на мікросхемі DA2 та електронному ключі на транзисторі VT5. Стан електронного ключа змінюється під впливом опорної напруги. Далі сигнал надходить на інтегратор (елементи R18, C16) і схему аналізу, яка здійснює логічне множення сигналів інтеграторів.

При перериванні світлового променя на виході схеми DD2 буде сформовано високий рівень сигналу, який через діод VD6 відкриває транзистор VT6. При цьому контакти реле SA1 замикаються і спрацьовує сирена BA1. Зупинити сигнал тривоги можна за допомогою розімкнення контактів вимикача SA1.

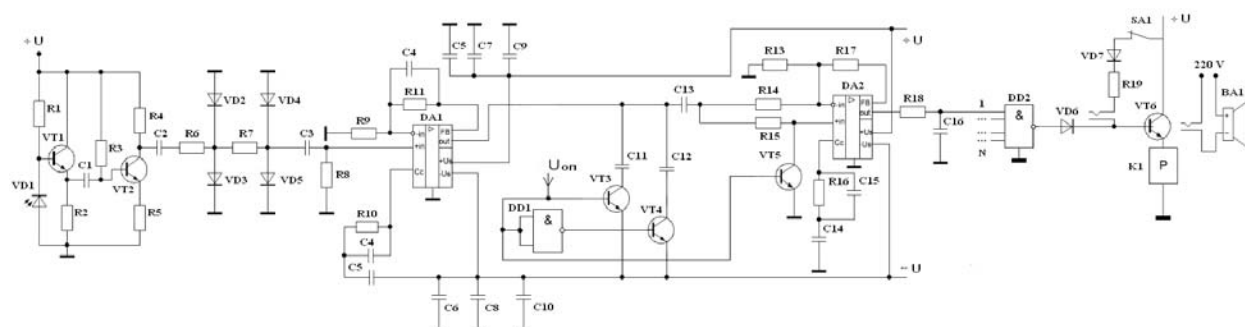


Рис. 4. Схема електрична принципова приймальної частини розробленої системи

Висновки

На основі аналізу існуючих оптичних систем охорони й сигналізації розроблено систему охорони на світлових променях видимого діапазону, що характеризується наступними перевагами:

- простотою налаштування і монтажу;
- наявністю додаткових елементів прихованості (маскування);
- можливістю адаптації до умов експлуатації.

Проведені попередні дослідження дозволили уточнити рекомендації щодо умов застосування і налагодження запропонованої розробки.

Література

1. Mobiledevice.ru, Проект UC-Light: передача данных с помощью света [Электронный ресурс]. — Режим доступа до каталогу:— <http://www.mobiledevice.ru/uc-light-university-of-california-Technology-peredacha-dannih-vi.aspx>
2. Введенский Б.С. Оборудование для охраны периметров / Б.С. Введенский. — М.: “Мир безопасности”, 2002, 112с.
3. Иванов И.В. Охрана периметров-2 / И.В. Иванов. — М.: “Паритет Граф”, 2000, 196с.
4. Звездинский С.С. Проблема выбора периметровых средств обнаружения / С.С. Звездинский // БДИ.-2002, №4, с 47-51
5. Ларин А.И. Быстроразвертываемые охранные системы / А.И. Ларин //Специальная техника.2000. №4. с. 10 – 15.
6. Варнеев Н. Системы охраны периметра — задачи и проблема выбора / Н. Варнеев, В. Никитин.. БДИ -2006, № 2 , с.29-32
7. Strelarm.ua, Пасивні інфрачервоні датчики [Электронный ресурс]. — Режим доступа до каталогу: — <http://strelarm.ua/ua/okhoronna-signalizatsiya/okhorona-perimetry-sicurit/pasivni-infrachervoni-datchiki.html>
8. Пат. 62673 Україна, МПК G08B 13/00 Импульсный лазерный оптический бар`ер охорони периметра / Зав`ялов В.В.; заявник і власник Зав`ялов В.В., заяв. 08.02.11; опуб. 12.09.11., Бюл. №17.
9. Браїловський В.В. Система охорони на світлових променях видимого діапазону / В.В. Браїловський, І.В. Пислар // Тези доп. науково-технічної конф. “Проблеми електроніки та інфокомунікаційних систем”. — Львів (Україна). — 2013. — С.60
10. Gendocs.ru, Методологические основы инженерной психологии [Электронный ресурс]. — Режим доступа до каталогу: — <http://gendocs.ru/v3429/?download2=1>

References

1. Mobiledevice.ru, Proekt UC-Light: peredacha dannyih s pomoshchyu sveta [Elektronnyy resurs]. — Rezhim dostupu do katalogu: — <http://www.mobiledevice.ru/uc-light-university-of-california-Technology-peredacha-dannih-vi.aspx>
2. Vvedenskiy B.S. Oborudovanie dlya ohranyi perimetrov. M.: “Mir bezopasnosti”, 2002, 112s.
3. Ivanov I.V. Ohrana perimetrov-2. M.: “Paritet Graf”, 2000, 196s.
4. Zvezhinskiy S.S. Problema vyibora perimetrovyyih sredstv obnaruzheniya. BDI.-2002, №4, s 47-51
5. Larin A.I. Bystrorazvertvyaemye ohrannyye sistemyi//Spetsialnaya tehnika.2000. №4. s. 10 – 15.
6. N. Varneev, V. Nikitin. Sistemy ohranyi perimetra — zadachi i problema vyibora. BDI -2006, № 2 , s.29-32
7. Strelarm.ua, Pasivni infrachervoni datchiki [Elektronnyy resurs]. — Rezhim dostupu do katalogu: — <http://strelarm.ua/ua/okhoronna-signalizatsiya/okhorona-perimetry-sicurit/pasivni-infrachervoni-datchiki.html>
8. Pat. 62673 Ukrayina, MPK G08B 13/00 Impul'sniy lazerniy optichniy bar`er ohoroni perimetra / Zav`yalov V.V.; zayavnik I vlasnik Zav`yalov V.V., zayav. 08.02.11; opub. 12.09.11., Byul. №17.
9. Brayilovskiy V.V., Pyslar I.V, Sistema ohoroni na svitlovih promenyah vidimogo diapazonu // Tezi dop. naukovo-tehnichnoyi konf. “Problemi elektroniki ta Infokomunikatsiynih sistem”. — Lviv (Ukrayina). — 2013. — S.60
10. Gendocs.ru, Metodologicheskie osnovyi inzhenernoy psihologii [Elektronnyy resurs]. — Rezhim dostupu do katalogu: — <http://gendocs.ru/v3429/?download2=1>