

«Охоронно-сигналізаційній комплекс швидкого розгортання для виявлення ядра
диверсійно-розвідувальної групи»

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ОХОРОННО-СИГНАЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ ШВИДКОГО РОЗГОРТАННЯ (ОССШР)	6
1.1 Загальні вимоги до охоронно-сигналізаційних систем швидкого розгортання.....	6
1.2 Периметрові системи з обривним датчиком цілі.....	8
1.3 Периметрові засоби виявлення радіопроменевого типу.....	9
1.4 Інфрачервоні ОССШР.....	10
1.5 Системи розвідувально-сигналізаційних приладів (РСП).....	11
1.6 Система на НВЧ-датчиках (ефекту Доплера).....	13
1.7 Система на піроелектричних датчиках.....	15
1.8 Висновки до першого розділу.....	17
2 РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ОХОРОННО-СИГНАЛІЗАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ШВИДКОГО РОЗГОРТАННЯ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ	18
2.1 Загальні вимоги до створюваного охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання.....	18
2.2 Структурна блок-схема охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання.....	19
2.3 Склад охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання.....	20
2.4 Висновки до другого розділу.....	23
3 РОЗРОБКА ВІНОСНИХ МОДУЛІВ І БЛОКУ УПРАВЛІННЯ ОХОРОННО-СИГНАЛІЗАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ШВИДКОГО РОЗГОРТАННЯ	24
3.1 Схема електрична принципова охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання (ОСКШР).....	24
3.2 Принцип роботи схеми ОСКШР.....	25
3.3 Друкована плата та складальне креслення блоку управління ОСКШР.....	28
3.4 Технічне виконання віносних модулів і блоку управління ОСКШР.....	29
3.5 Висновки до третього розділу.....	29
ВИСНОВКИ	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	31
ДОДАТКИ	33

ВСТУП

Актуальність теми. Актуальним завданням є захист мобільних об'єктів або пунктів тимчасової дислокації. Саме для захисту подібних об'єктів створюються охоронно-сигналізаційні системи швидкого розгортання (ОССШР). Потреба у використанні подібних систем є як у військовій, так і цивільній сферах. У випадку військового застосування це охорона пунктів тимчасової дислокації, тимчасових штабів, нічних стоянок піхоти та техніки. У цивільній сфері це передусім захист матеріальних цінностей під час їх транспортування та тимчасова охорона нового об'єкта до організації на ньому повноцінного всебічного захисту. Рубежі, що охороняються (переважно замкнуті) та контрольована зона, можуть розташовуватись на місцевості зі складним та непередбачуваним ландшафтом, після виконання задач складові частини комплексу зазвичай згортаються і розгортаються в іншому місці.

Сучасна охоронно-сигналізаційна система швидкого розгортання – це повноцінний комплекс технічних приладів, основним завданням якого є своєчасне інформування служб охорони про проникнення на територію контрольованої зони сторонніх об'єктів, а також про виникнення інших форс-мажорних ситуацій (руйнування стін, перекриттів, стекол; вихід з ладу елементів структури системи, тощо). Основними тактико-технічними характеристиками ОССШР, що визначають її сигналізаційну надійність є імовірність виявлення порушника і середнє напрацювання на хибні спрацювання (помилкова тривога). До важливих характеристик ОССШР відносяться тривалість розгортання, дальність виявлення вторгнення, дальність передачі інформації, масо-габаритні показники, термін безперервної працездатності.

Засоби ОССШР повинні забезпечувати максимальну прихованість свого функціонування шляхом контролю функціонування радіоканалів передачі інформації, що використовуються для періодичного самоконтролю системи, або сигналізації про вторгнення, щоб забезпечити запобігання виявлення сучасними засобами радіорозвідки.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз застосування системи радіозв'язку Національної гвардії України під час проведення АТО [1] виявив недоліки у забезпеченні захисту радіообміну в умовах дії сучасних засобів радіорозвідки противника, звідки постає задача створення альтернативних організаційно-технічних заходів з підвищення показників розвідзахищеності каналів радіозв'язку. Це робить актуальним питання застосування у системах ОССШР ефективного радіоелектронного маскування [2, 3].

Охороні системи швидкого розгортання вирішують такі завдання:

- здійснюють малопомітне тимчасове сигналізаційне блокування ділянки периметра об'єкта, виявляючи порушників, які перетинають кордон;
- ведуть приховану інженерно-технічну розвідку на контрольованій площі в місцях ймовірної появи порушників, сигналізуючи про їх появу, чисельності, напрямку руху.

ОССШР в основному розраховані на тимчасову (не більше 3 місяців) охорону об'єктів, блокуючи окремі рубежі і підступи до них, після чого складові частини комплексу зазвичай згортаються і розгортаються в іншому місці. Пост охорони, в якому розташовується головний пульт керування та індикації (ПКІ), може бути стаціонарним або мобільним. Технічні засоби в подібних системах повинні без поточного обслуговування працювати весь термін на який вона встановлена. Також оператор має мати можливість без зусиль змінювати місце розташування датчиків, залежно від оперативної обстановки.

Передача інформації на ПКІ здійснюється переважно за допомогою радіоканалу, у тому числі з використанням ретрансляторів. При цьому ОССШР може комплектуватися кількома переносними ПКІ, що забезпечують тактичну гнучкість застосування на місцевості. Працездатність та наявність ОССШР виявляється радіорозвідкою, за допомогою дослідження радіоканалу створеного для періодичного самоконтролю. Більшість ОССШР є круговими, а їх зона виявлення поширюється навколо місця установки, контрольована площа приблизно гектар. До важливих характеристик відносяться: час установки, дальність виявлення, дальність передачі інформації, масо-габаритні показники, термін безпе-

первної працездатності. Такі засоби, як правило, повинні маскуватися та бути малопомітними.

Проте, ОССШР відноситься до сигналізаційних систем, вона також має ряд недоліків. Одним з головних недоліків це те, система дає нам інформацію не про те, що відбувається у контрольованій зоні, а лише факт спрацювання датчика.

Метою роботи роботи є аналіз сучасних методів реалізації ОССШР, та, враховуючи їх недоліки, розроблення нового схемного рішення комплексу ОССШР, що дозволить зменшити використовуваний ресурс вартості, спрощений режим підготовки операторів по встановленню апаратури, та, одночасно із зменшенням вірогідності виявлення апаратури, підвищити надійність передачі даних про проникнення порушників. Також прийняті заходи по зменшенню до мінімуму хибних спрацювань.

Об'єктом дослідження є методи побудови охоронної системи швидкого розгортання на основі логічних мікросхем та датчиків руху різних типів.

Предметом дослідження є реалізація ОССШР на мікросхемах логіки та датчиках руху активного та пасивного типу.

Для досягнення поставленої мети в роботі **розв'язані такі завдання:**

1. Аналіз існуючих типів охоронних системи швидкого розгортання;
2. Розробка повної структурної схеми охоронної системи швидкого розгортання;
3. Реалізація схеми електричної принципової охоронної системи швидкого розгортання.

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність полягає у тому, що розроблено нову схему комплексу ОССШР, яка є простою у використанні, з низькою собівартістю виготовлення, низьким процентом хибних спрацювань, низьким енергоспоживанням та стійкою до використання апаратури радіоелектронної боротьби.

Особистий внесок здобувача. Основні положення та результати наукової роботи отримані автором самостійно.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ОХОРОННО-СИГНАЛІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ ШВИДКОГО РОЗГОРТАННЯ (ОССШР)

1.1 Загальні вимоги до охоронно-сигналізаційних систем швидкого розгортання

Охоронно-сигналізаційна система швидкого розгортання включає сукупність електронних пристроїв та виконавчих механізмів, призначених для запобігання проникненню на територію, яка охороняється. ОССШР фіксує факт спроби несанкціонованого проникнення на територію, і передає сигнал тривоги на пульт управління, при необхідності даючи команду включення виконавчих пристроїв (сирен, прожекторів, відеокамер тощо).

Подібні системи (але у більш простому виконанні) також широко використовуються для полювання, кемпінгу, походів. Проте тут існують два шляхи розвитку, це дешеві аналоги звичайних охоронних сповіщувачів для використання у приміщеннях, в які вбудовано джерело живлення та які мають більш менш водонепроникний корпус, другий напрямок – це та ж сама модифікація, тільки виконана радіолюбителями.

Окремо слід зазначити, що робоча частота (915 МГц) більшості іноземних систем не відповідає, відділеній для подібних систем, частоті в Україні (868 МГц, 433 МГц), особи, які використовують в Україні таку апаратуру, несуть відповідальність згідно чинного законодавства.

Разом із тим, для використання як у польових, та і в умовах міської забудови, підходить саме частота 433 МГц. На основі аналізу технічних характеристик датчиків, створених як за кордоном, так і в Україні, можна виділити наступні напрямки їх розвитку [4-7]:

- розширення номенклатури датчиків одного типу, які трохи відрізняються відповідно до технічного виконання;
- зниження габаритно-вагових параметрів за рахунок використання нових технологій і нової елементної бази;

- вдосконалення алгоритмів обробки сигналів;
- використання нових принципів дії;
- поєднання кілька принципів дії в одному пристрої.

З проведеного аналізу видно, що для оптимізації ОССШР, що відповідають вимогам надійності виявлення та фіксації об'єктів, необхідно комплексне використання різних типів пристроїв охорони.

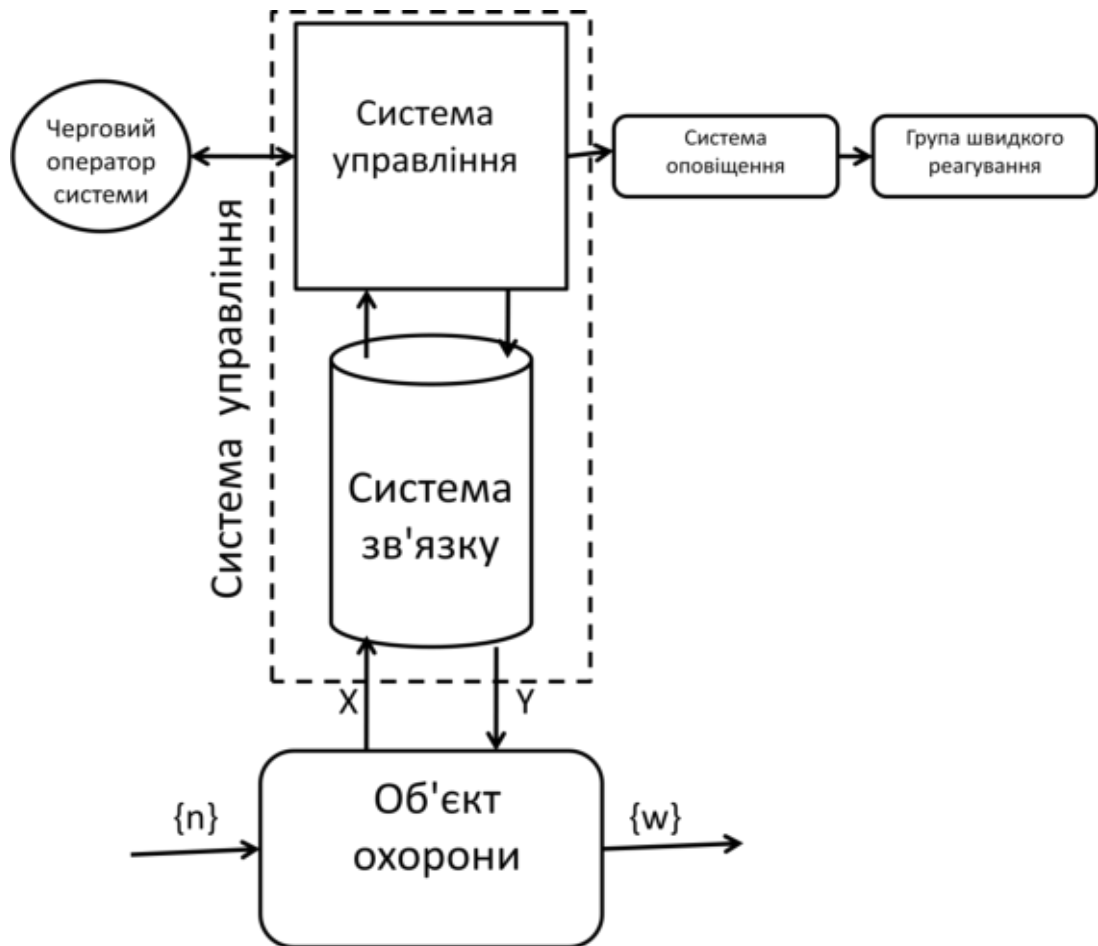


Рисунок 1.1 - Структура охоронної системи швидкого розгортання

З вище зазначеного сформуємо перелік вимог які визначені для охоронних систем швидкого розгортання:

- висока швидкість розгортання системи;
- висока гнучкість системи захисту (розмір та форма контрольованої зони);
- надійна робота системи у випадку складного рельєфу або щільної забудови;

- висока адаптивність до несподіваних випадків як під час розгортання так і під час штатного режиму роботи;
- скритність системи у радіодіапазоні;
- захист системи від глушіння та саботажу;
- висока автономність системи;
- можливість компонування різними типами датчиків, з однаковими інформаційними характеристикам.

В свою чергу, безпосередньо для оцінки радіотехнічних приладів охорони які можуть використовуватись у системах ОССШР наведені такі критерії:

- швидкодія;
- ймовірність виявлення об'єкта у межах зони контролю;
- ймовірність пропуску об'єкта у межах зони контролю;
- ймовірність помилкового виявлення об'єкта у межах зони контролю;
- розмір зони контролю.

Сьогодні на ринку існує безліч систем як вітчизняного виробництва, так і закордонного. Це переважно військові системи, які або знаходяться на озброєнні, або пройшли через конверсію. Також, оскільки основним конкурентом США, які є ведучими на ринку подібних систем, та основним потенційним супротивником України є Російська Федерація, головним чином аналіз буде проводитись на системах, які випускаються у Росії.

1.2 Периметрові системи з обривним датчиком цілі

Засоби виявлення обривного типу призначені для короткочасного охорони місць перебування людей та попередження про спробу проникнення порушників всередину об'єкту, що охороняється. При цьому сам прилад (засіб виявлення) повинен знаходитися в безпосередній близькості від оператора (людини, групи людей, які за допомогою описуваних засобів виявлення забезпечують свою безпеку).

Принцип дії засобів виявлення обривного типу побудований на контролі цілісності шлейфу мікродроту, який розтягується вздовж об'єкту, що охороняється. Мікродріт до його використання знаходиться в змотаному вигляді в котушці. Котушка є змінним елементом. Довжина мікродроту в одній котушці від 1000 до 1500 метрів (у різних виробів різна).

Під час розмотування мікродроту потрібно дотримуватися обережності для виключення його обриву, що само по собі є досить складною справою. Мікродріт на рубежі охорони розміщується на висоті 20-30 сантиметрів від рівня ґрунту, періодично закріплюється на місцевих предметах (стовбури молодих дерев, гілки чагарника, стебла трави, каміння і т.д.).

Зусилля розриву мікродроту 0,5-1,0 кг, тому при перетині будь-яким об'єктом, що охороняється кордону відбувається обрив мікродроту і засіб виявлення переходить в режим тривоги і видає звуковий і світловий сигнал.

Після обриву мікродріт відновленню не підлягає, необхідно розмотати новий мікродріт уздовж всього периметра (ділянки периметра).

На даний момент яскравим представником ОССШР подібного типу є пристрій «ГРАФІТ», Росія [8]. Зовнішній вигляд та опис принципу дії пристрою «ГРАФІТ» наведені в Додатку А.

Головними недоліками ОССШР обривного типу є: мікродріт- датчик цілі, який, незважаючи на свою досить невелику товщину, може бути помічений порушником, і, як наслідок, через нього просто переступлять, після чого порушник пройде у охоронювану зону непоміченим. Також є велика ймовірність, що дріт буде розірваний твариною, що трапляється дуже часто. Крім того, недоліком є неможливість визначення, пройшов один порушник, чи група.

1.3 Периметрові засоби виявлення радіопроменевого типу

Прикладом ОССШР радіопроменевого типу є комплекс "ФОРТЕЗА-12Л", виробництва Російської Федерації, що призначений для створення тимчасової охорони майданчиків, невеликих периметрів або його ділянок, будівельних

майданчиків. Комплекс застосовується для охорони VIP-літаків, охорони особливо важливих вантажів і дорогої техніки, автотранспорту на стоянках або нічних зупинках, для охорони польових військових або медичних таборів, а також застосовується в таких структурах як Федеральна Прикордонна Служба з метою виявлення пересування злочинних груп [9].

Структура, загальний вигляд і принцип дії комплексу "ФОРТЕЗА-12Л" наведені в Додатку Б. Зокрема, структура комплексу "ФОРТЕЗА-12Л" наведений на Рисунку Б.1, а її зовнішній вигляд наведений на Рисунку Б.2.

Основними недоліками приладів подібного типу є відсутність прихованості, так як стійки передавачів та приймачів візуально дуже помітні, дуже великі технічні вимоги до перешкод на ділянці, що підлягає охороні, складність технічної будови та вартість комплексу, а також неможливість визначення кількості порушників, які проникли на об'єкт охорони. Через те використання ОССШР подібного типу є недоцільним.

1.4 Інфрачервоні ОССШР

Даний тип приладів працює в інфрачервоному спектрі, невидимому для людського ока. Якщо порушник потрапляє в зону виявлення пасивного сповіщувача або перетинає промені активного, то прилади формують сигнал тривоги.

Представником систем активного типу є "МІК-02" (сповіщувач активний оптико-електронний інфрачервоний), виробництва Російської Федерації [10]. Принцип дії та загальний вигляд "МІК-02" наведений у Додатку В (Рис. В.1).

Представником інфрачервоного пасивного приладу є "ФІЛІН" (Сповіщувач охоронний оптико-електронний інфрачервоний), виробництва Російської Федерації [11]. Принцип дії та загальний вигляд "ФІЛІН" наведений у Додатку В (Рисунок В.2 – Рисунок В.3).

Сповіщувач призначений для охорони периметрів різних об'єктів і забезпечує формування тривожного сповіщення шляхом розмикання вихідних кон-

тактів виконавчого реле при перетині людиною зони виявлення. Принцип дії сповіщувача заснований на реєстрації зміни рівня теплового випромінювання при русі людей в зоні виявлення. Сповіщувач виконаний за технологією "Digilon™", відповідно до якої в схемі відсутні аналогові тракти, що впливають на корисний сигнал. Формування сигналу тривоги здійснюється на основі алгоритмів цифрової обробки сигналів із застосуванням цифрових фільтрів.

Недоліками даних приладів є відсутність каналу зв'язку з об'єктом охорони, та візуальна помітність безпосередньо самих сповіщувачів. Крім того, даними приладами так само неможливо визначити, порушник був один, чи на об'єкт проникла група.

1.5 Системи розвідувально-сигналізаційних приладів (РСП)

ОССШР, які в даний час використовуються у сухопутних військах США як найбільш новаторські та випробуванні у декількох воєнних конфліктах, окремо слід розуміти, що у даному випадку вони також несуть розвідувальну функцію та мають військову назву: системи розвідувально-сигналізаційних приладів (РСП).

На озброєння прийняті три РСП - "Рембасс" (REMBASS - Remotely Monitored Battlefield Sensor System, "Вдосконалений Рембасс" (IREMBASS - Improved REMBASS) і "Рембасс-2" (REMBASS II). Вони призначені для ведення розвідки та охорони в усіх видах бою на будь-якому театрі військових дій [12, 13].

За поглядами командування ВС США, РСП використовуються при спостереженні за великими за площею ділянками місцевості, позиціями противника, районами зосередження, шляхами руху військ, водними перешкодами і переправами в реальному масштабі часу, забезпечуючи, при цьому, можливість не тільки виявляти, але і розпізнавати цілі (гусеничну і колісну техніку, особовий склад), а також фіксувати час, напрямок, швидкість руху і визначати довжину колон військової техніки.

Крім того, передбачається прикриття РСП мінних полів та інших загорожень, а також закидання в передбачувані або заздалегідь намічені райони (рубежі) дистанційного мінування або в заплановані райони висадки морських (повітряних) десантів.

Загальний вигляд і принцип дії системи розвідувально-сигналізаційних приладів REMBASS наведений у Додатку Д (Рисунок Д.1 – Рисунок Д.2). На Рисунку Д.3 Додатку Д наведено загальний вигляд комплексу "REMBASS -2". Тактико-технічні характеристики РСП систем серії «Рембасс» наведені в Таблиці Д.1.

За розрахунками військових фахівців США, засоби розвідки, якими оснащені дивізії та армійські корпуси, здатні забезпечувати безперервні потоки розвідувальної інформації в автоматичному чи напівавтоматичному режимі. Таким чином, використання розвідувально-сигналізаційних приладів, засобів збору і обробки інформації дозволяє звести всі розвідувальні відомості в єдину картину об'єктової обстановки в масштабі часу, близькому до реального. На думку зарубіжних військових фахівців, система РСП серії "REMBASS", на сьогоднішній день є найбільш досконалою і концептуально закінченим засобом ведення розвідки [14].

Аналізуючи вище вказану інформацію можна дійти висновку, що пріоритетною метою при розробці цього комплексу була розвідка, а не охорона. Крім того, значна вартість та складність використання подібної системи не дадуть можливості зробити її масовою та доступною.

Комплекс охорони периметра швидкого розгортання "Радіобар'єр" використовується у збройних силах Російської Федерації.

"Радіобар'єр" - сигналізаційний комплекс охорони периметра швидкого розгортання, призначений для створення замаскованих рубежів охорони на інженерно невідготовленій місцевості [15].

Комплекс охорони периметра «Радіобар'єр» дозволяє виявити пішого порушника (або групу порушників), які вторглися на контрольовану ділянку місцевості. Сигнал про факт перетину периметра передається по цифровому радіо-

каналу на переносний приймач (КОПРа) або пульт оператора (ПОРТ) з картографічною системою. Дальність передачі інформації по радіоканалу - до 50 кілометрів. Загальна протяжність охоронюваних ділянок може досягати 1,5-2 км. Автономна робота комплексу 5 років [16-18].

Загальний вигляд, склад і принцип дії сигналізаційного комплексу охорони периметра швидкого розгортання "Радіобар'єр" наведений у Додатку Е. Практично єдиними недоліками даної системи є її велика вартість, що унеможливає її використання у якості простої системи для охорони об'єктів.

1.6 Система на НВЧ-датчиках (ефекту Доплера)

Житомирським військовим інститутом імені С.П. Корольова було запропонована система тактичної сигналізації для виявлення рухомих об'єктів, яка складається із сукупності датчиків виявлення, що функціонують на основі ефекту Доплера, розміщених на ймовірних напрямках проникнення диверсійно-розвідувальних груп або всередині об'єктів, що охороняються [19-20]. Кожен датчик має власний код розпізнавання, що передається на пост охорони через радіоканал у випадку виявлення руху.. Вартість таких датчиків знаходиться в межах 50-200 грн. (АР9х, НВ1хх, ХУС-WB- DC та інші) [21]. Такі датчики мають невеликі розміри та дозволяють виявляти рухомі об'єкти в секторі від 30 до 360 градусів.

Перевагами доплерівських датчиків є можливість безконтактного виявлення об'єктів, мала чутливість до параметрів навколишнього середовища (шум, пил, світло, температура тощо), низька потужність випромінювання, можливість візуального приховування за радіопрозорими матеріалами. Датчики функціонують в діапазоні частот від 5,8 ГГц до 24,125 ГГц в імпульсному режимі, що забезпечує їх тривалу роботу від одного елемента живлення.

Фіксація географічних координат місць встановлення модулів виявлення та передачі дозволяє оператору посту за кодом датчика визначити місце прони-

кнення, а також відобразити його візуально на електронній карті. При великій кількості встановлених датчиків на карті можна прослідкувати маршрути переміщення підозрілих об'єктів.

Для побудови радіоканалу використовуються спеціальні модулі передавачів і приймачів, характеристики яких забезпечують задану дальність передачі інформації про сигнал тривоги, критичні стани системи та її працездатність (радіомодулі WL101-341, WL102-341, Si443x) . В модулі виявлення є можливість розпізнавання типу об'єкту, що рухається (людина або техніка) залежно від їх швидкості руху та амплітуди отриманого сигналу.

Для підвищення ймовірності передачі сигналу тривоги в умовах постановки навмисних чи ненавмисних перешкод, використовується спеціальне кодування сигналу та зміна робочої частоти радіоканалу.

Невеликі розміри модулів виявлення руху та передачі інформації, можливість їх прихованого розміщення на місцевості за радіопрозорими матеріалами, а також тривалий час їх автономного функціонування дозволяють їх ефективно використовувати як елемент тактичної сигналізації. Оскільки потужність випромінювання доплерівських радарів є малою, а робоча частота знаходиться в гігагерцовому діапазоні їх складно виявити наявними засобами радіотехнічної розвідки [22].

Проведені дослідження двох виготовлених макетів модулів виявлення руху та передачі інформації через радіоканал підтвердили їх працездатність, але дослідження, проведені автором роботи, виявили ряд недоліків у роботі подібних датчиків. Насамперед, це дуже велика кількість хибних спрацювань на рух кущів під час вітру, та листя на деревах. Для того, щоб цього уникнути, необхідно для обробки сигналів застосувати досить потужний процесор із складною програмою фільтрації цих сигналів, що призводить до значного ускладнення та здорожчення ОССШР. Крім того, використання мікропроцесора ставить під загрозу використання подібної системи в умовах застосування апаратури РЕБ, якою можуть користуватись порушники.

1.7 Система на піроелектричних датчиках

На конференції Вінницького національного технічного університету у 2019 році була представлена система із використанням піроелектричних датчиків руху (пасивного типу), та мікросхемах логіки [23]. У пропонованому пристрої було використано схему керування, що базується на мікросхемах вентиляльної структури та чотирьох датчиках руху, яка спрацьовує, при одночасному надходженні даних від усіх датчиків. Це дозволяє уникнути хибних спрацювань та, при рознесенні датчиків на певну відстань один від одного, спрацювати на певну мінімальну кількість людей, що пройшли мимо датчиків. Таким чином, можливо виявити, коли в безпосередній близькості до військових об'єктів наблизиться диверсійна група (група порушників).

Конструктивно комплекс представляє собою чотири блоки, об'єднані в одну схему. Блок обробки сигналу виконаний на логічній мікросхемі DD1, блок інвертування сигналу, блок безпеки на логічній мікросхемі DD2. Виконавчий блок представляє собою електромагнітне реле з нормально розімкненими контактами, яке керує кінцевим виконавчим пристроєм, також за необхідністю, налагоджувальна інформація може відобразитись на семисегментному індикаторі.

При відсутності сигналу хоча б з одного датчика руху на виході мікросхеми DD1, присутній рівень логічної одиниці, на виході блоку інвертування сигналу – логічний нуль, який порівнюється блоком безпеки відносно до встановленого логічного рівня блоку безпеки: розімкнено - 1 (система ввімкнена), замкнено – 0 (запобіжник), електронний ключ на транзисторі вимкнено.

При спрацюванні одночасно усіх чотирьох датчиків руху на виході блоку обробки сигналу з'являється рівень логічного нуля, на виході блоку інвертування - логічна одиниця, яка порівнюється з логічним рівнем блоку безпеки. При ввімкненому запобіжнику електронний ключ так само не буде працювати, при вимкненому – ключ відкриває електромагнітне реле, контакти якого замикаються і передають відповідний сигнал на кінцевий виконавчий пристрій.

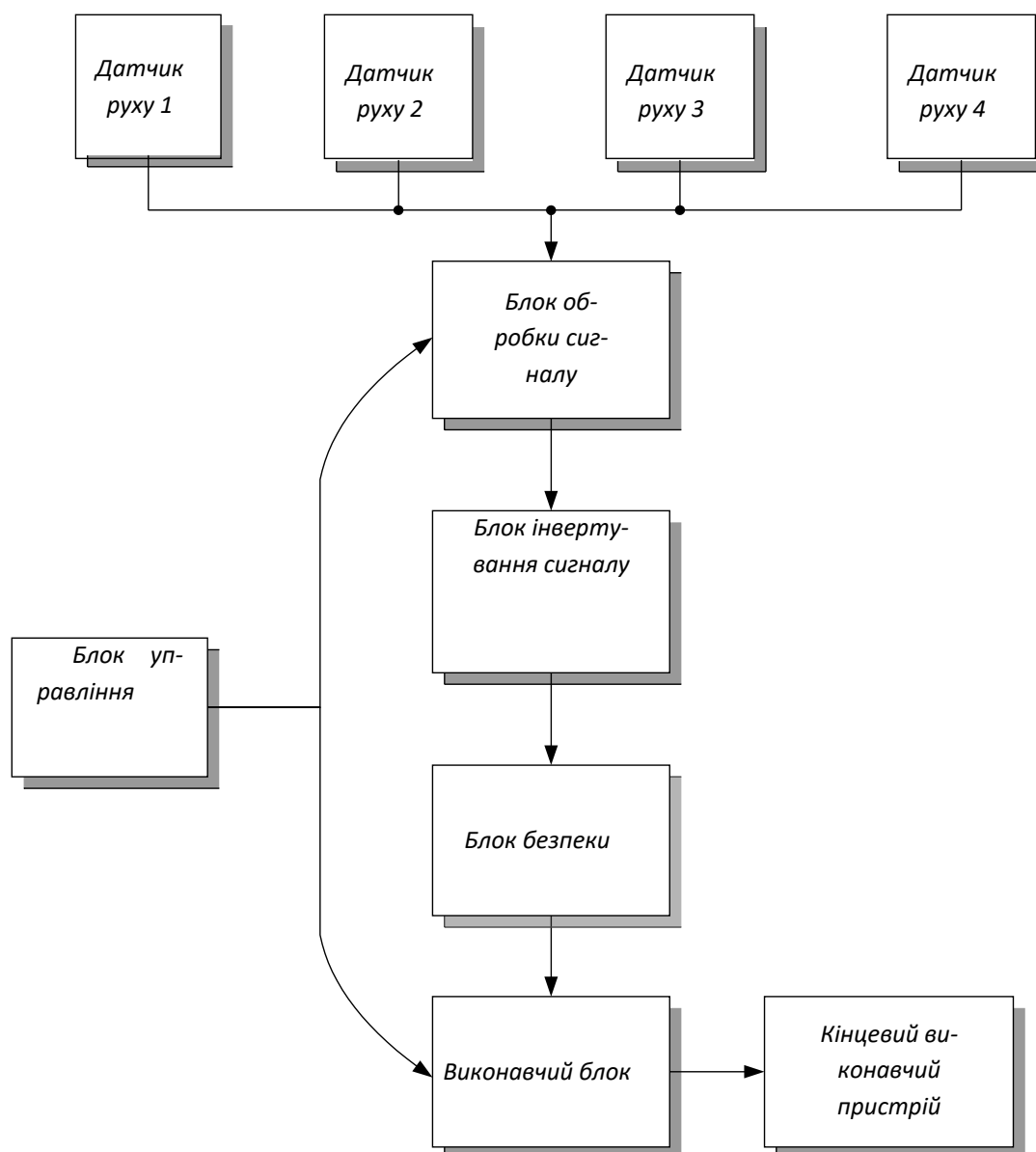


Рисунок 1.2 – Блок схема пристрою

Отримані результати в процесі моделювання повністю співпадали з теоретичним обґрунтуванням алгоритму роботи та розрахунку відсутності хибних спрацювань, але під час проведення польових випробувань у жарку сонячну погоду процент хибних спрацювань досягав більше 50 процентів, через підвищену чутливість піроелектричних датчиків руху до сонячних променів та перемі-

щення теплих струменів повітря, що теж є неприйнятним до завдань, що стоять перед ОССШР.

1.8 Висновки до першого розділу

З вище зазначеного аналізу випливає, що жодна з систем не відповідає вимогам, що стоять перед ОССШР. Всі, крім останньої, наведені у аналізі системи використовують у якості керуючого модуля мікроконтролери, що в умовах використання апаратури електромагнітних імпульсів, яка може знаходитись у порушників, приведе до виведення приладу із ладу. Постійний радіообмін між виносними датчиками та керуючим модулем може призвести до виявлення та глушіння приладів апаратурою РЕБ. Велика собівартість виготовлення апаратури, та складність у використанні не дасть можливість зробити таку ОССШР масовою та доступною. Використання у приладах датчиків одного типу призводить до великої кількості хибних спрацювань, що унеможлиблює коректну роботу апаратури у якості надійної ОССШР.

2 РОЗРОБЛЕННЯ СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ ОХОРОННО-СИГНАЛІЗАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ШВИДКОГО РОЗГОРТАННЯ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ

2.1 Загальні вимоги до створюваного охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання

Під час виконання завдань по використанню охоронно-сигналізаційних комплексів і систем слід зазначити, що найбільшу небезпеку для охоронюваних об'єктів несуть не одиночні порушники, а саме групи порушників, зокрема диверсійно-розвідувальні групи. Через те комплекс, який розробляється, повинен виявляти саме такі групи, і не давати спрацювань на одиночних порушників, та тварин. Через те за основу було взято розробку ВНТУ [23], яка призначена саме для виявлення таких груп. Та, оскільки дана система мала певні недоліки, було прийнято рішення дооснастити її за методом розробки Житомирського військового інституту імені С.П. Корольова, датчиками за ефектом Допплера.

Структурна блок-схема даної розробки представлена на рисунку 2.1.

Суть методу полягає в тому [23], що в наявності є чотири виносні модулі, розташовані на відстані близько 20 метрів один від одного, але кожен модуль складається із двох датчиків різних типів, сигнал спрацювання одиночного модуля можливий лише тоді, коли одночасно спрацюють обидва датчика, а сигнал тривоги пристрій подасть лише тоді, коли сигнал поступить одночасно з усіх чотирьох модулів. Сигнал спрацювання системи передається за допомогою мікропередавача кодованим дискретним сигналом на приймальний пристрій, що знаходиться на об'єкті охорони, а також, на випадок використанням порушниками засобів РЕБ, за допомогою сигнальної ракети, яку ініціює під'єднаний до виконавчого пристрою електроспалахувач. При необхідності, в якості потаємності сигналу, замість електроспалахувача може бути під'єднана лінія зв'язку до об'єкта охорони, яка використовується зі звуковим та світловим сигналізатором проникнення.

2.2 Структурна блок-схема охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання

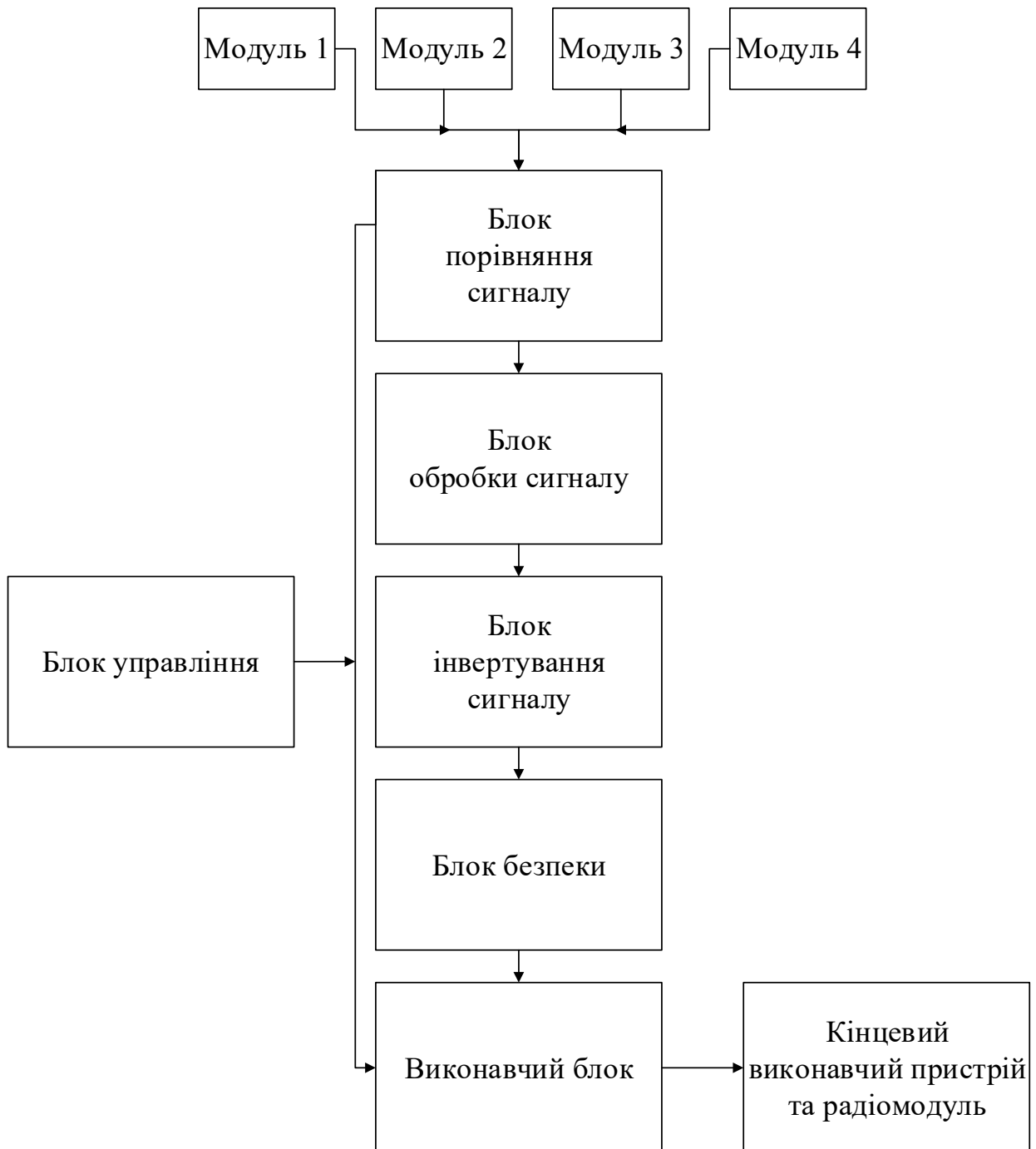


Рисунок 2.1 – Структурна блок-схема охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання для виявлення ядра диверсійно-розвідувальної групи

2.3 Склад охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання

Охоронно-сигналізаційний комплекс швидкого розгортання для виявлення ядра диверсійно-розвідувальної групи містить такі складові, зовнішній вигляд яких, параметри та характеристики наведені в Додатку Ж:

1. Піроелектричний датчик руху. У якості складової частини модулю взято піроелектричний датчик руху HC-SR501, який має досить широкий діапазон живлення, невеликий вихідний струм та досить незначні габарити, що в умовах потаємного встановлення має достатньо велике значення (Рис. Ж.1 Додатку Ж). Також сам датчик має досить простий інтерфейс підключення, регульовану чутливість та час спрацювання (Табл. Ж.1 Додатку Ж). Також датчик HC-SR501 відноситься до недорогих за ціною датчиків, що зменшує витрати на виготовлення пристрою.

2. Мікрохвильовий (надвисокочастотний) датчик на ефекті Доплера. В якості другої складової виносного модуля застосовано датчик ХУС-WB-DC (рис. Ж.3 Додатку Ж), який має майже аналогічні якісні та цінові показники до приведенного вище датчика. Принципи роботи цього датчика, як і попереднього, вказувалось у першому розділі. На відміну від піроелектричного датчика, мікрохвильовий датчик інертно відноситься до прямих променів сонця та струменів теплого повітря, але дає хибні спрацювання на хитання невеликих дерев і кущів під час сильного вітру (Табл. Ж.2 Додатку Ж). Однак робота піроелектричного та мікрохвильового датчика у парі вільна від подібних похибок.

3. Блок порівняння сигналу. Блок порівняння сигналу, хоч і відноситься до виносних модулів, функціонально розміщений на друкованій платі блоку управління пристроєм, і з'єднаний з виносними модулями чотирижильними дротами. У якості елементної бази блоку порівняння сигналу використані мікросхеми стандартної логіки CD4011 (рис. Ж.4 Додатку Ж). Ця мікросхема виконує логічну функцію І-НІ, виконана на основі КМОН-структур (табл. Ж.4 Додатку Ж). У складі мікросхеми CD4011 чотири двовходових логічних елемента "І-НІ" (рис. Ж.5 Додатку Ж). У блоці порівняння сигналу використано дві мікросхеми,

одна у якості приймача вхідних сигналів, друга у якості інвертора для передачі потрібних логічних рівнів на наступний блок (Рис. Ж.6 Додатку Ж).

4. Блок обробки сигналу. Блок обробки сигналу служить для прийняття логічного рівня оброблених сигналів з виносних датчиків з метою порівняння рівнів для подальшої обробки. Апаратно для цієї мети використана мікросхема стандартної логіки CD4012 (рис. Ж.7 Додатку Ж). Ця мікросхема виконує логічну функцію І-НІ, виконана на основі КМОН-структур (табл. Ж.5 Додатку Ж). У складі мікросхеми CD4012 два чотириходових логічних елемента "І-НІ" (рис. Ж.8 Додатку Ж). У блоці обробки сигналу задіяний один елемент мікросхеми CD4012 (табл. Ж.6 Додатку Ж).

5. Блок інвертування сигналу. У блоці інвертування сигналу задіяний другий елемент мікросхеми CD4012, завдання блоку- вивести вхідний сигнал потрібного логічного рівня для передачі його для роботи блоку безпеки.

6. Блок безпеки. Головне завдання блоку безпеки - дистанційний перевід пристрою у холостий режим, коли сам пристрій не вимкнений, але не реагує на зовнішні чинники. Це необхідно у першу чергу для пропуску через охоронювану зону своїх груп швидкого реагування, та для робіт по заміні живлення. Також за допомогою блока безпеки при переставленому перемикачеві - джамперу вмикається механізм дальнього взведення пристрою, при номіналах, вказаних на схемі, час затримки переведення становить близько чотирьох хвилин, в залежності від температури середовища. Для індикації роботи у схему блока безпеки додано світлодіод зеленого кольору, який сигналізує про увімкнення блоку безпеки, та механізму дальнього взведення. Конструктивно блок виконано на базі трьох логічних елементів мікросхеми CD4011, електролітичного конденсатора, резистора та дрової лінії, що може бути протягнута до 100 метрів від пристрою. Вимикач S1 може бути виконаний у вигляді розімкнутої дрової лінії, або ж у якості вимикача може бути використаний герконовий датчик KLS26-MR3210 (рис. Ж.9,а). У якості вимикача S2, щоб уникнути рухливих контактів вимикача, рекомендується на друкованій платі встановити штирковий роз'єм типу PLS-3 (KLS1-207-1-3-S), 3 контактів 2x10, крок

2,54мм, 1А (рис. Ж.9,б Додатку Ж), та встановити на нього перемичку 2,54мм KLS1-203A-O-B-6.0 (рис. Ж.9,в Додатку Ж).

7. Виконавчий блок. Виконавчий блок пристрою виконаний у вигляді транзисторного ключа із реле, захисного діода та світлодіода червоного кольору, який сигналізує про вмикання реле (рис. Ж.10 і рис. Ж.11 Додатку Ж). Для подачі окремих сигналів на кінцеві виконавчі пристрої використано електромагнітне реле із двома групами контактів типу HLS-4078-5DCV (табл. Ж.7 Додатку Ж). В якості транзистора у транзисторному ключі використано транзистор BC847 (рис. Ж.12,а, табл. Ж.8 Додатку Ж)), оскільки комутуємий струм не перевищує технічні дані даного транзистора, а його невеликі габарити повністю задовольняють вимоги до габаритів друкованої плати. У якості захисного діода застосовано поширений діод 1N4007, кремнієвий випрямляючий загального призначення (рис. Ж.12,б, табл. Ж.9 Додатку Ж).

8. Кінцевий виконавчий пристрій та радіомодуль. При видачі пристроєм сигналу тривоги, реле своїми контактами замикає кнопку мікропередавача, який розміщений у корпусі пристрою, але має окреме живлення, для забезпечення безперебійності роботи передавача. Оскільки, для більшої безпеки використання, поданий сигнал має бути закодований, у якості передавача вибрано мікрозбірку TX-118SA-4 (рис. Ж.13 Додатку Ж), яка працює на основі мікросхеми EV1527 на дозволеному в Україні діапазоні 433 МГц. Слід відмітити, що в кожного модуля передавача є свій індивідуальний код ідентифікації, котрий необхідний для того, щоб приймач реагував тільки на сигнал свого передавача. До того ж, у пристрої використовується тільки одна команда із чотирьох, що дає змогу одним приймачем типу RX480-E, який є штатним для роботи з передавачами типу TX-118SA-4, контролювати роботу чотирьох охоронних пристроїв (табл. Ж.10 Додатку Ж).

Конструкція приймача (рис. Ж.14 Додатку Ж) виготовляється згідно типового підключення в залежності від способу подачі необхідного сигналу, і у даній роботі не розглядається. У якості дублюючої системи, на випадок застосування порушниками забів РЕБ для подавлення сигналу тривоги за допомогою

радіоканалу, вільна контактна пара реле може бути підключена за допомогою дротової лінії із охоронюваним об'єктом, а також для спрацювання електроспалахувача сигнальної ракети. При тестуванні приладу було використано електроспалахувач для піротехнічних виробів цивільного використання EV-1 (рис. Ж.15 Додатку Ж), яким комплектуються салютні установки феєрверків (табл. Ж.11 Додатку Ж).

9. Блок живлення пристрою. В якості джерела живлення для пристрою використані дві батареї типу "Крона", одна з яких безпосередньо через лінійний стабілізатор напруги живить електронний блок пристрою, друга задіяна для живлення кінцевого виконавчого пристрою (табл. Ж.12 Додатку Ж).

2.4 Висновки до другого розділу

З вищевказаного очевидно, що підбір елементної бази цілком відповідає вимогам, поставленим до технічного завдання на розробку ОССШР. Невисока собівартість деталей та простота конструкції дозволяють розробити нескладну, досить надійну та недорогу у виготовленні охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання для виявлення ядра диверсійно-розвідувальної групи.

3 РОЗРОБКА ВИНОСНИХ МОДУЛІВ І БЛОКУ УПРАВЛІННЯ ОХОРОННО-СИГНАЛІЗАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ШВИДКОГО РОЗГОРТАННЯ

3.1 Схема електрична принципова охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання (ОСКШР)

На рисунку 3.1 наведено схему електричну принципову охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання (ОСКШР), яка була розроблена автором самостійно.

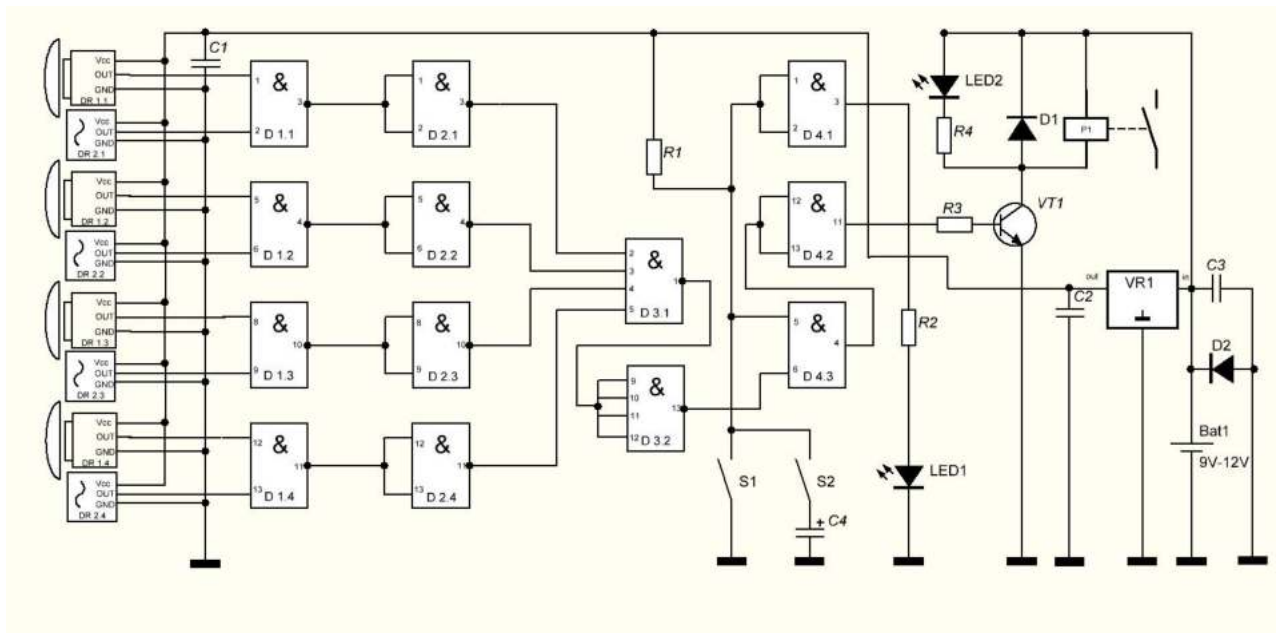


Рисунок 3.1 - Схема електричну принципову ОСКШР

Електрична схема ОСКШР складається з таких функціональних блоків:

1. Виносних модулів 1-4 із блоком порівняння сигналу та інвертором.
2. Блоку обробки сигналу.
3. Блоку інвертування сигналу.
4. Блоку безпеки.
5. Виконавчого блоку.
6. Блоку живлення.

Кінцевий виконавчий пристрій та радіомодуль до даної електричної схеми не входять.

Для зручності кожен функціональний блок відмічений іншим кольором і відповідним номером, як наведено на рисунку 3.2.

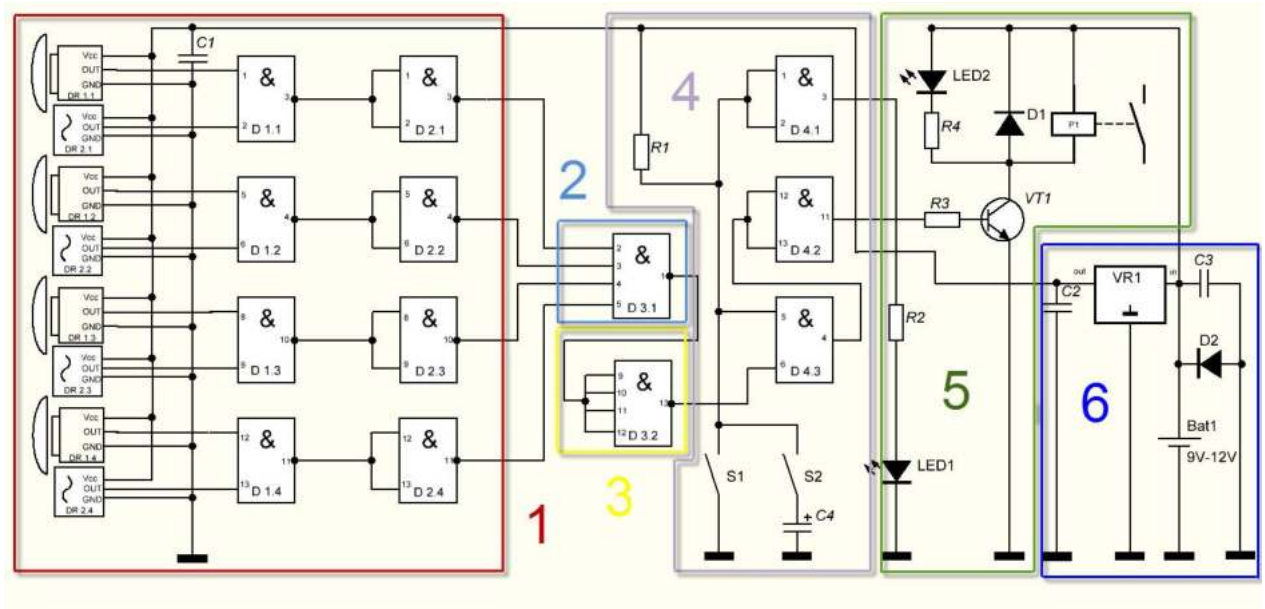


Рисунок 3.2 – Поблокова електрична схема ОСКШР

3.2 Принцип роботи схеми ОСКШР

Автором реалізовано такий принцип роботи схеми:

В режимі очікування на виходах датчиків, і, відповідно, на входах вентилів блоку порівняння сигналу D1.1- 1.4- низький логічний рівень, на виходах цих вентилів- логічна одиниця. На об'єднані входи вентилів інвертора D2.1-2.4 надходить логічна одиниця, як наслідок - на виходах цієї мікросхеми - логічний нуль. Логічний нуль на входах вентиля блоку обробки сигналу D3.1 на виході видає високий логічний рівень, що за допомогою об'єднаних входів блоку інвертування сигналу перетворюється на логічний нуль. При розімкнутих вимикачах S1 (розімкнутих кінцях подовжувального дроту блоку безпеки) та S2 (механізму дальнього зведення) режим безпеки вимкнено, на вході 5 вентиля D4.3 блоку безпеки- високий логічний рівень, на виході 4 цього ж вентиля теж висо-

кий логічний рівень, який поступає на об'єднані входи вентиля D4.2 блоку безпеки, в результаті на виході 11 - логічний нуль, через що транзистор VT1 виконавчого пристрою закритий, реле не спрацює, світлодіод червоного кольору LED2 виконавчого блоку на горить.

Якщо вимикач S1 увікнено (кінці дроту зімкнуто), на вході 5 вентиля D4.3 постійно присутній логічний нуль, при цьому, незалежно від того, якого логічного рівня прийде сигнал на вхід 6 цього ж вентиля із блоку інвертування сигналу, на виході 4 завжди буде логічна одиниця, і, відповідно, транзистор виконавчого блоку завжди буде закритий, світиться контрольний світлодіод зеленого кольору LED1, що сигналізує про взяття системи на запобіжник.

У випадку, коли буде замкнено вимикач S2 механізму дальнього зведення, електролітичний конденсатор C4 почне заряджатись через резистор R1, при даних параметрах резистора та конденсатора цей час складає близько трьох хвилин. Цей час дозволяє оператору комплексу вийти із зони захвату виносних модулів, та, якщо вони все ж спрацювали, повернути систему у режим очікування. Увесь час, поки заряджається конденсатор C4, горить контрольний світлодіод LED1 блоку безпеки, після заряджання конденсатора він перестає горіти, сигналізуючи про повернення системи у робочий режим.

При розімкненому подовжувальному дроті блока безпеки(запобіжник вимкнуто) напруга на його кінцях складає 3,2 V.

При спрацюванні датчика , наприклад DR1, на вході 1 вентиля D1.1 з'являється логічна одиниця, але, оскільки парний йому датчик DR2 знаходиться у стані спокою, то на виході 3 буде та сама логічна одиниця, відповідно, подальша робота системи буде без змін.

У випадку, коли одночасно спрацюють датчики DR1 та DR2, на виході 3 вентиля D1.1 буде логічний нуль, після проходження через інвертор на вхід 2 вентиля D3.1 блоку обробки сигналу поступить логічна одиниця. Але, зважаючи на те, що на решту входів цього вентиля буде продовжувати поступати логічний нуль, стан системи залишиться без змін.

Така сама ситуація буде, якщо одночасно спрацюють сім датчиків із восьми.

При одночасному спрацюванні усіх восьми датчиків, на всі входи блоку порівняння сигналу вентилів D1.1-D1.4 одночасно приходять логічний сигнал високого рівня, на всіх виходах D1.1-D1.4 - логічний нуль. Цей сигнал поступає на об'єднані входи інвертора D2.1-D4.4, з виходів якого інвертована логічна одиниця одночасно поступає на входи вентиля блоку порівняння D3.1, згідно таблиці істинності мікросхеми CD4012 на виході 1 вентиля D3.1 з'являється логічний нуль, який поступає на об'єднані входи вентиля D4.1 блоку інвертування сигналу. Цей вентиль перетворює низький логічний рівень на високий та подає його на вхід 6 вентиля блоку безпеки D3.2. Якщо у цей час буде увімкнено запобіжник (вимикач S1) або механізм дальнього зведення (вимикач S2), то транзистор VT1 так і залишиться закритий. Коли ж блок безпеки вимкнено, на вході 5 вентиля D3.2 буде логічна одиниця, як і на вході 6 цього ж вентиля. В результаті цього на виході 4 вентиля D3.2 з'явиться логічний нуль, який, поступаючи на об'єднані входи вентиля блоку безпеки D4.2 на виході 11 цього вентиля дадуть логічну одиницю, транзистор у цьому випадку відкриється, реле спрацює, і увімкне кінцевий виконавчий пристрій. При цьому увімкнеться кнопка передачі на радіомодуля TX-118SA-4 та буде подано струм на електроспалахувач EV-1, внаслідок чого, крім радіосигналу, спрацювання системи буде продубльовано вильотом сигнальної ракети.

Живлення пристрою, за виключенням виконавчого блоку, застосовується за рахунок лінійного стабілізатора напруги 5 V, як варіанти: LP2950, LM1117, L7805. У двох останніх випадках струм споживання пристрою буде значно вищий, ніж у першому, результати практичних замірів приведені у розділі 2.

Виконавчий блок живиться безпосередньо від джерела живлення 9- 12 V, додатково система обладнана зовнішнім вологостійким роз'ємом для підключення зовнішнього джерела живлення такої ж напруги(на схемі не вказано). Діод D2 служить для захисту від помилкового переполюсування живлення, конденсатори C1- C3- сглажувальні фільтри.

3.3 Друкована плата та складальне креслення блоку управління ОСКШР

Друкована плата розроблена у програмі Sprint-Layout 6.0, та виконана на односторонньому текстоліті товщиною 1,2 мм, вигляд друкованої плати у вікні програми наведено на рисунку 3.3.

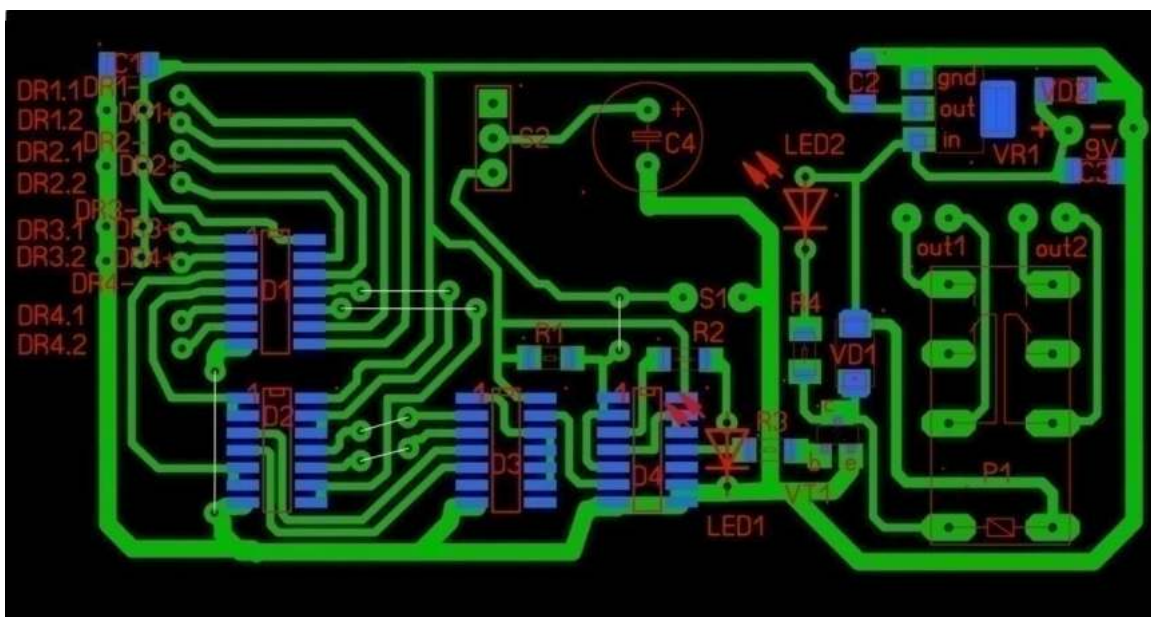


Рисунок 3.3 - Друкована плата модуля ОСКШР

Складальна плата пристрою представлена на рисунку 3.4.

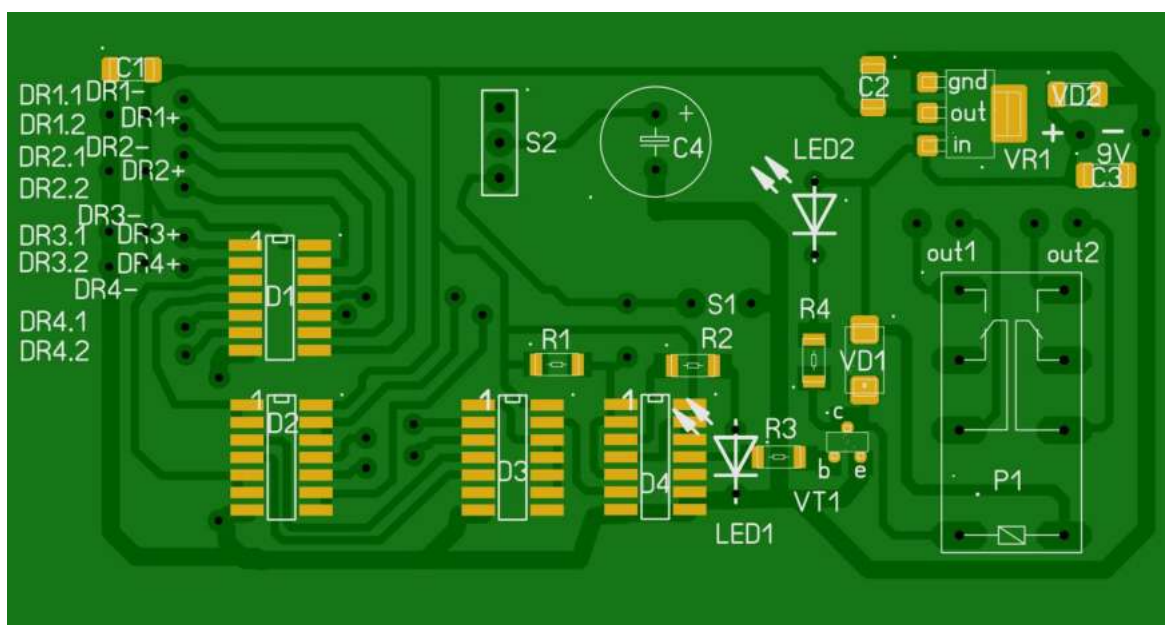


Рисунок 3.4 - Складальна плата модуля ОСКШР

3.4 Технічне виконання виносних модулів і блоку управління ОСКШР

Готова електрична схема розміщується у пило- та вологостійкий корпус класу захисту IP67, у такі ж за класом корпуси поміщаються виносні модулі. З'єднання модулів із блоком керування здійснюється за допомогою шести- або чотирьохжильного кабелю через пило- та вологостійкі роз'єми. Вимикач S1 розміщується усередині корпусу, або, за допомогою подовжувального дроту виводиться назовні на необхідну відстань, рекомендується при використанні подовжувального дроту великої довжини відмовитись від вимикача зовсім, для можливості перевірки справності блоку безпеки за допомогою мультиметра, у разі перебитого (пошкодженого) дроту на його кінцях напруга буде відсутня.

Вимикач механізму дальнього зведення S2 рекомендується виконати у вигляді трьохконтактного джампера із механічним перемикачем, оскільки вимикач звичайного типу (із рухливими контактами) через конденсат може окислитись, що виведе вимикач із ладу. Світлини зовнішнього вигляду блоків розробленого охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання наведені у Додатку К: Друкована плата блоку керування (Рисунок К.1); Внутрішній зміст блоку керування (Рисунок К.2); Внутрішній зміст виносного модуля (Рисунок К.3); Зовнішній вигляд модуля з піроелектричним датчиком HC-SR501 та мікрохвильовим датчиком руху ХУС-WB-DC у герметичному корпусі (Рисунок К.4); Зовнішній вигляд чотирьох виносних модулів у герметичних корпусах, що підключені до блоку керування (Рисунок К.5).

3.5 Висновки до третього розділу

За результатати 3-го розділу можна зробити висновок, що представлений принцип дії розробленої електричної схеми модуля охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання (ОСКШР) цілком задовольняє вимоги, що висуваються до охоронно-сигналізаційних систем швидкого розгортання (ОССШР).

ВИСНОВКИ

У даній науково-прикладній роботі було проведено дослідження існуючих охоронно-сигналізаційних систем швидкого розгортання, та враховуючи їх недоліки, розроблено схему охоронно-сигналізаційного пристрою, на основі отриманої схеми побудовано діючу апаратуру.

У першому розділі проведено аналіз існуючих охоронно-сигналізаційних систем швидкого розгортання.

У другому розділі на основі складеної структурної блок-схеми пристрою проведено вибір елементної бази.

У третьому розділі розроблено принципову електричну схему, друковану та монтажну плату модуля охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання для виявлення ядра диверсійно-розвідувальної групи.

Запропонований у роботі охоронно-сигналізаційний комплекс швидкого розгортання для виявлення ядра диверсійно-розвідувальної групи має малу вартість, простоту виготовлення та застосування. Основними перевагами ОСКШР автор вбачає високу швидкість розгортання та високу надійність виявлення групи порушників з 4-5 осіб, які складають ядро диверсійно-розвідувальної групи противника, що відомо з досвіду проведення АТО та ООС. У порівнянні з сучасними ОСКШР і ОССШР з мікроконтролерною та мікропроцесорною елементною базою запропонований ОСКШР більш стійкий до дії відомих засобів радіоелектронної боротьби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Іохов О.М., Малюк В.Г., Ткаченко К.М. Імітаційна модель активного радіомаскування військових підрозділів у оперативному районі з урахуванням дії повітряних засобів радіорозвідки противника. Х., Системи управління, навігації та зв'язку, 2017, випуск 4(44)
2. Вакин С. А., Шустов Л. Н. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки. М., Изд-во «Советское радио», 1968. - 448 с.
3. Куприянов А. И. Теоретические основы радиоэлектронной борьбы [Текст]: Учеб, пособие / А. И. Куприянов, А. В. Сахаров. -М.: Вузовская книга, 2007.- 356 с.
4. Петраков А. В. Защита и охрана личности, собственности, информации. Справочное пособие / А. В. Петраков. – М. : Радио и связь, 1997. – 320 с.
5. Реклама фирмы Gammaf corp. , MSN, Aug. 2012 – P. 139.
6. Свирский Ю. К. Охранная сигнализация: средства обнаружения, коммуникации, управление / Ю. К. Свирский // Система безопасности. № 4 , 1995. С.10-16.
7. Хант Ч. Разведка на службе Вашего предприятия / Ч. Хант, В. Зартарян. – Киев : Укрзакордонвизасервис, 1992. – 160 с.
8. <https://td-perimetr.ru/katalog/средства-обнаружения-обрывного-типа/серия-графит/графит-юсдп-425112-001-detail>
9. <https://forteza.ru/products/forteza12m>
10. <https://td-perimetr.ru/katalog/категория-3/seriya-mik/mik-02-detail>
11. <https://td-perimetr.ru/katalog/категория-3/филин-пассивный/ин-detail>
12. Максеменков А. Система разведывательно-сигнализационных приборов "Рембасс" / А. Максеменков. // Зарубежное военное обозрение. – 2006. – №5. – С. 20.
13. Веремеев В. Применение разведывательно-сигнализационных приборов ВС США на современном этапе / В. Веремеев. // Зарубежное военное обозрение. – 2017. – №3. – С. 16.

14. Contributing to Advances in Homeland Security and the War on Terrorism [Електронний ресурс] // Arlington, VA. – 2002. – Режим доступу до ресурсу: https://www.caci.com/about/recognition/grace_hopper.shtml.

15. <http://www.bnti.ru/des.asp?itm=3034&tbl=19.01.02>.

16. Губин С.Г., Енкен Б.В. База знаний по сигнализационному комплексу «Радиобарьер»/ Новосибирск, Полус-СТ., 2012. – 347 с.

17. Губин С. Г., Войновский В. А. Обзор развития разведывательно-боевых комплексов в системе средств обеспечения разведывательно-боевой деятельности подразделений СПН и войсковой разведки сухопутных войск // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «СибОптика-2014» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8-18 апреля 2014 г.). - Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 2. - С. 190–193.

18. Губин С.Г. Тактика действий с сигнализационным комплексом «Радиобарьер» / методическое пособие / Новосибирск, Полус-СТ., 2012. – 40 с.

19. Фрайден Д. Современные датчики. Справочник. / Д. Фрайден; [пер. с англ. Е. Л. Свинцова]. – М.: Техносфера, 2005. – 589 с.

20. Wilson Jon S. Sensor Technology Handbook / Jon S. Wilson. – Burlington: Elsevier, 2005. – 690 p.

21. Modules for Motion. [Електронний ресурс]: Режим доступу http://agilsense.com/Motion-Detectors-Brochure/26/60/page_content.html

22. О. А. Нагорнюк М. В. Бугайов. Система тактичної сигналізації на основі модулів доплерівських радарів. <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/22144/OVT-2017-231-233.pdf?sequence=1>

23. Гаврілов Д. В., Поворознюк Р. В. Охоронно-сигналізаційний комплекс PIR-4. Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету, 13-19 березня 2019 року, м. Вінниця, ВНТУ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/26923>

ДОДАТКИ

Зовнішній вигляд та опис принципу дії пристрою «ГРАФІТ»



Рисунок А.1 – Пристрій «ГРАФІТ»

Прилад забезпечує контроль цілісності до двох сигнальних шлейфів опором не більше 20 кОм кожен при опорі витоку лінійної частини не менше 60 кОм і формує сигнал «ТРИВОГА» при обриві шлейфів.

Довжина блокуємої ділянки при використанні лінійної частини приладу, виконаної мікродротом ПЕВ 2x0,05 з двома ізольованими мідними жилами (поставляється в складі приладу в касетах) - не менше 1250м.

Прилад складається з станційної і лінійної частин.

До складу станційної частини входять: блок сигналізаційний (далі -БС), пристрій перехідний (далі -ПП), подовжувач (тільки в складі ГРАФІТ-У).

БС представляє собою вимірювальний перетворювач із мікропроцесорною обробкою сигналів, що здійснює періодичний послідовний контроль опору ланцюгів лінійної частини та формування сигналів сповіщення чергового персоналу.

У конструктивному виконання БС розрахований на безпосереднє підключення до нього касети.

До складу лінійної частини входять: комплект касет, штирі заземлення, колодки лінійні.

Найбільша ефективність застосування досягається в умовах сильно пересіченої місцевості з густою рослинністю, яка маскує дроти лінійної частини.

Дріт лінійної частини рекомендується розміщувати перпендикулярно імовірним напрямками руху порушників.

Структура, загальний вигляд і принцип дії комплексу "ФОРТЕЗА-12Л"

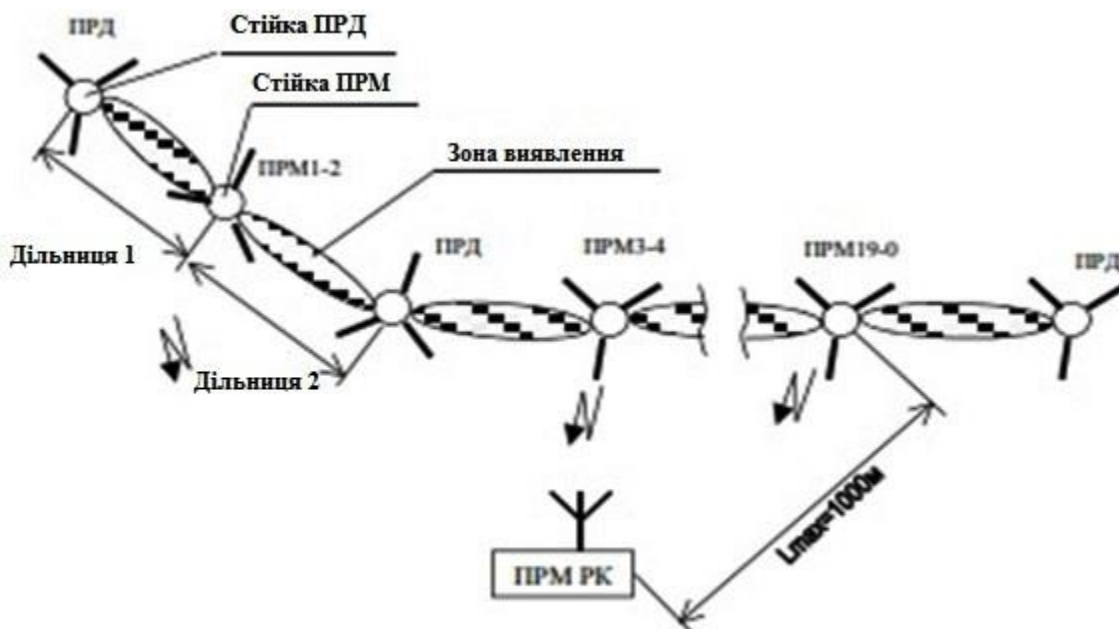


Рисунок Б.1 - Структура комплексу "ФОРТЕЗА-12Л"

Комплекс формує периметр із загальною довжиною кордону до 1000 м. Весь периметр об'єкта ділиться на 20 ділянок по 50 метрів. Ширина зони виявлення ділянки при максимальній довжині - не більше 8 м. На ділянці через 50 м встановлені стійки, на яких по черзі закріплені блоки лінійних приймачів і блоки лінійних передавачів. До складу блоку лінійного передавача входить два передавача та акумулятор. До складу блоку приймального лінійного входить два приймача лінійних, акумулятор і передавач радіоканалу, який передає тривожне повідомлення на виносний приймач радіоканалу. Приймач радіоканалу може прийняти і ідентифікувати сигнал від 20-ти передавачів, що дозволяє зробити селекцію ділянки, що спрацювала.

Рубіж охорони може бути замкнутим або розімкнутим. На малюнку показаний розімкнутий кордон охорони. У цьому випадку на крайніх стійках рубежу охорони повинні бути встановлені ПРД. Можна організувати кілька окремих незалежних рубежів охорони, рознесених на місцевості. Можливість створення рубежів охорони різної конфігурації забезпечується тим, що верхній випромінювач ПРД і верхній приймач випромінювання ПЗМ можуть обертатися по азимуту щодо нижніх в межах кута 350°.

Рельєф місцевості, на якій розміщується ділянка комплексу, повинен відповідати таким вимогам:

- висота нерівностей ділянки не повинна перевищувати + 0,3м, перепад висот в межах ділянки - не більше 3 м;
- на ділянці не повинно бути тих, хто рухомих стулок воріт, кущів, крон дерев і ін. на відстані 4м від осі, що з'єднує ПЗМ і ПРД. Допускається наявність окремих нерухомих предметів, що не загороджують пряму видимість між ПЗМ і ПРД, а також наявність окремих дерев, кущів з рідким листям;
- висота трав'яного покриву не повинна перевищувати 0,3 м;
- висота снігового покриву не повинна перевищувати 0,5 м;
- уздовж осі ділянки не повинно бути парканів, стін і т.п. на відстані, ближче 20 м;
- при обмерзання ПЗМ і ПРД можлива нестійка робота комплексу (хибні спрацьовування і т.п.);
- не допускається рух автотранспорту ближче 20 м від осі ділянки.



Рисунок Б.2 - Загальний вигляд комплексу "ФОРТЕЗА-12Л"

Загальний вигляд і принцип дії та інфрачервоних сповіщувачів активного та пасивного типів

Принцип дії: сповіщувачі формують в просторі між випромінювачем і приймачем невидимі ІЧ-промені, при перериванні яких видається сигнал тривоги.

Застосовуються для охорони окремих ділянок периметра, коридорів, ангарів, опалювальних або неопалюваних приміщень і т.п.

Висока стійкість до світлових і електромагнітних перешкод, захист від грозових розрядів і високовольтних наведень.

Видача тривожного сповіщення при саботажному освітлюванні або зниженні напруги живлення.

Сповіщувачі можуть бути застосовані на ділянках з близьким розташуванням проїжджої частини і тротуарів.



Рисунок В.1 - Загальний вигляд "МІК-02"

Представником інфрачервоного пасивного приладу є "ФІЛІН" (Сповіщувач охоронний оптико-електронний інфрачервоний), виробництва Росії [11].

Сповіщувач призначений для охорони периметрів різних об'єктів і забезпечує формування тривожного сповіщення шляхом розмикання вихідних контактів виконавчого реле при перетині людиною зони виявлення. Принцип дії сповіщувача заснований на реєстрації зміни рівня теплового випромінювання при русі людей в зоні виявлення. Сповіщувач виконаний за технологією "Digilon™", відповідно до якої в схемі відсутні аналогові тракти, що впливають на корисний сигнал. Формування сигналу тривоги здійснюється на основі алгоритмів цифрової обробки сигналів із застосуванням цифрових фільтрів.

Пасивний. Вузька зона виявлення до 100 м, робоча температура від -40 до + 60°C, напруга живлення 9 ... 25 В, струм 18 мА.



Рисунок В.2 - Загальний вигляд сповіщувача " Філін"

Сповіщувач "Філін" працездатний і не формує хибної тривоги при:

- дії опадів у вигляді дощу і снігу;
- впливі сонячної радіації;
- вітряної погоди зі швидкістю до 20 м / с;
- висоті нерівностей на ділянці до $\pm 0,3$ м;
- висоті трав'яного покритву до 0,3 м;
- висоті снігового покритву до 0,4 м.

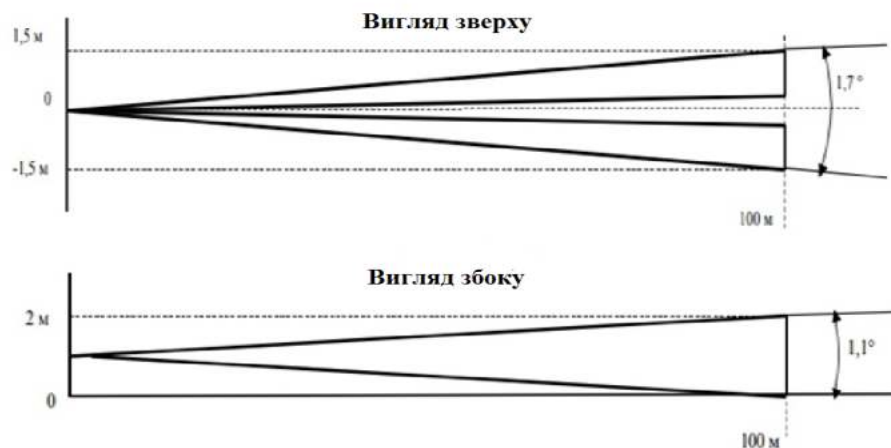


Рисунок В.3– Зона виявлення сповіщувача " Філін"

Сповіщувач розрахований на цілодобову роботу поза приміщенням при температурі навколишнього середовища від мінус 40 ° С до 55 ° С і відносній вологості повітря до 98% при температурі 35 ° С без конденсації вологи.

Загальний вигляд і принцип дії системи розвідувально-сигналізаційних приладів REMBASS виробництво США



Рисунок Д.1 - Загальний вигляд комплексу "Рембасс": а) сейсмоакустичний, б) інфрачервоний

В системі "REMBASS-2" розвідувально-сигналізаційні прилади включені в єдину мережу і пов'язані між собою через інтегровану УКХ-радіостанцію зі швидкістю передачі даних 9 600 кб/с. Також передбачається передача даних виявлення та відео-зображення на віддалений командний центр через супутникову систему зв'язку.

Розвідувально-сигналізаційні прилади розгортаються на видаленні 50-350 м один від одного на найбільш ймовірних напрямках руху мобільних об'єктів (дороги, переправи і ін.). Вони можуть встановлюватися вручну (наприклад, силами розвідувально-диверсійних груп) або дистанційно (за допомогою авіації, артилерії чи дистанційно керованих роботизованих засобів).

У комплект кожної системи входять РСП п'яти типів: сейсмоакустичні, магнітометричні, сейсмічні, інфрачервоні та радіотехнічні.

Сейсмоакустичні системи сприймають кроки людини, які викликають мікроколивання ґрунту. В якості чутливого елемента використовуються геофонні датчики, розміщені в ґрунті на глибині 0,2-0,3 метри. Підрахунок кроків є інформативним параметром для прийняття системою рішення про наявність порушення.

Магнітометричні системи використовують в якості чутливого елемента багатожильний кабель, розміщений в ґрунті на глибині 0,15-0,2 метри. Проводи

всередині кабелю з'єднані послідовно, утворюючи розподілену котушку індуктивності. Магнітометричні системи також можуть використовуватися у воді.

Вібраційні системи сприймають коливання і деформацію елементів огорожі або інших об'єктів при спробі їх подолання. Тертя жил у кабелі виробляє електричний струм, що далі аналізується приладом. В якості чутливого елемента використовується коаксіальний кабель. В експлуатації такі засоби є максимально простими, для їх функціонування необхідне тільки сезонне налаштування обладнання.

Інфрачервоні системи призначені для контролю прямолінійних ділянок периметра об'єкта, складаються з однієї або декількох пар "випромінювач-приймач», формують невидимі оком промені в діапазоні 0,8-0,9 мкм, переривання яких викликає сигнал тривоги. Вимагає якісної настройки, так як система чутлива до зміни освітленості та погодних умов.

При установці вручну РСП маскуються під навколишнє оточення і природні матеріали (кущі, пні, каміння, палиці і т.п.), що значно ускладнює їх виявлення. Кожен РСП встановлює канал зв'язку з з пунктом управління за допомогою приймача УКХ-діапазону на відстані до 20 км. За умов використання наземного ретранслятора дальність зв'язку збільшується ще на 15 км, а через повітряний ретранслятор на безпілотному літальному апараті - до 150 км.

Прилад може бути опитано відразу після сигналів про виявлення об'єктів для отримання більш розгорнутої інформації. Тривалість роботи всіх типів РСП з автономними джерелами живлення складає до 30 діб.

Тактико-технічні характеристики систем "REMBASS" і "IREMBASS" практично однакові (в останній є автоматизований процес обробки даних), а в "REMBASS -2" покращена дальність виявлення людини, яка тепер становить 75 м в порівнянні з 50 м у двох перших. Він здатний також виявити транспортний засіб, який рухається зі швидкістю 108 км/год (два перших - 50 км /год).

В системі "REMBASS" отримані дані обробляються вручну оператором, тобто для оцінки ситуації оператор наносить на карту розташування всіх РСП, зазначаючи, які датчики спрацювали, а також характеристики виявленого об'єкту. У міру накопичення отриманих даних оператор ідентифікує об'єкти, визначає їх кількість і параметри руху.

В станції обробки даних "IREMBASS" процес обробки сигналів автоматизований шляхом використання персонального комп'ютера. Дані, що надходять автоматично реєструються, систематизуються і на цій основі формуються бази даних. Місцезнаходження об'єктів відстежується за допомогою спеціального програмного забезпечення, і поточна тактична обстановка в наближеному до реального масштабу часу відображається на електронній карті району спостереження.

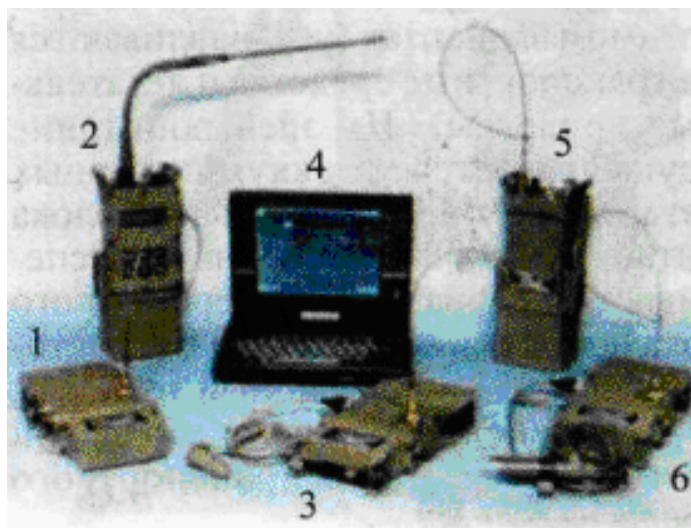


Рисунок Д.2 - Загальний вигляд комплексу "IREMBASS"

В станції обробки даних "REMBASS-2" використовується сучасний комп'ютер, який дозволив збільшити швидкість обробки отриманих (запитаних) даних від РСП і автоматично відображати параметри і характеристики виявлених об'єктів на електронній карті району. За командою оператора отримані дані перетворюються в формалізовані повідомлення тактичної ситуації, що передаються в автоматизовану систему обробки і аналізу розвідувальної інформації по звичайним цифровим каналам радіозв'язку або супутниковим каналам.

За розрахунками військових фахівців США, засоби розвідки, якими оснащені дивізії і армійські корпуси, здатні забезпечувати безперервні потоки розвідувальної інформації в автоматичному чи напівавтоматичному режимі. Таким чином, використання розвідувально- сигналізаційних приладів, засобів збору і обробки інформації дозволяє звести всі розвідувальні відомості в єдину картину об'єктової обстановки в масштабі часу, близькому до реального. На думку зарубіжних військових фахівців, система РСП серії "REMBASS", на сьогоднішній день є найбільш досконалою і концептуально закінченим засобом ведення розвідки [14].

Аналізуючи вище вказану інформацію можна дійти висновку, що пріоритетною метою при розробці цього комплексу була розвідка, а не охорона. Крім того, значна вартість та складність використання подібної системи не дадуть можливості зробити її масовою та доступною.



Рисунок Д.3 - Загальний вигляд комплексу "РЕМБАСС -2"

Таблиця Д.1 – ТТХ РСЦ систем серії «Рембасс»

Характеристики	Найменування системи		
	«Рембасс»	«Вдосконалений Рембасс»	«Рембасс-2»
Типи застосованих датчиків	Сейсмоакустичні, магнітні, інфрачервоні, акустичні, сейсмічні, балансно-кабельні	Сейсмоакустичні, магнітні, інфрачервоні	Сейсмоакустичні, магнітні, інфрачервоні
Дальність виявлення, м:			
людина	50	50	75
транспортний засіб	250	250	250
танк, БМП	350	350	350
Максимальна швидкість руху об'єктів, при якій забезпечується робота РСЦ, км/год:			
людина	7	7	7
транспортний засіб	50	50	108
танк, БМП	50	50	50
Максимальний час безперервної роботи, доба	30	30	30

Загальний вигляд і принцип дії сигналізаційного комплексу охорони периметра швидкого розгортання "Радіобар'єр" виробництва РФ

Загальний вигляд і принцип дії сигналізаційного комплексу охорони периметра швидкого розгортання "Радіобар'єр" наведений у Додатку Е.

У складі комплексу застосовані засоби виявлення на різних фізичних принципах дії (сейсмічні, обривні, магнітометричні, пасивні ІК засоби виявлення). Додатково може бути розгорнута система фотореєстрації, яка по спрацюванню будь-якого із засобів виявлення передає зображення порушника.

Склад комплексу

Комплекс охорони периметра "Радіобар'єр" являє собою набір декількох типових елементів, кожен з яких забезпечений внутрішнім радіомодемом.

1. Радіосигналізатор універсальний (РС-У)

Є основним елементом комплексів. Може працювати в режимах:

- сейсмічний засіб виявлення
- обривний засіб виявлення
- ретранслятор
- блок управління зовнішнім пристроєм (БУВ)



Рисунок Е.1- Зовнішній вигляд комплексу "Радіобар'єр".

Один РС-У з складу комплексу може також використовуватися для обміну інформацією між радіомережею і персональним комп'ютером пульта оператора (ПОРТ).

Вибір режиму роботи РС-У здійснюється по радіоканалу за допомогою контрольного приймача (КОПРа) або пульта оператора (ПОРТ).

Живлення РС-У здійснюється від зовнішнього джерела, що підключається за допомогою герметичного роз'єму. У режимі БУВ РС-У по спрацюванню внутрішнього датчика або отримання сигналу від обраного РС-У зі складу комплексу замикає «сухий контакт», який може запускати необхідний зовнішній пристрій (прожектор, сирена, стаціонарна система охорони об'єкта і т.п.). Передбачена можливість зміни чутливості геофону РС-У з метою оптимального завдання радіусу зони виявлення.



Рисунок Е.2 - Радіосигналізатор універсальний РС-У

Переносний приймач (КОПР) призначений для прийому та відображення сигналів тривоги від засобів виявлення, контролю їх стану і керування радіомережею. КОПР оснащений графічним ЖК-дисплеєм, цифро-буквеною клавіатурою, GPS-приймачем і електронним компасом.

За відсутності персонального комп'ютера КОПР є повнофункціональним пристроєм для роботи із засобами виявлення.

Основні функції КОПРа:

- відслідковувати стан радіомережі і поточний стан кожного абонента (ввімкнений або вимкнений, розряд джерела живлення та ін.);
- відстежувати і керувати режимом роботи кожного РС-У в радіомережі (сейсмічний, обривний засіб виявлення, блок управління зовнішнім пристроєм або ретранслятор інформації від інших РС-У);
- вести протокол спрацювань;
- надсилати й отримувати текстові повідомлення (аналог SMS);
- визначати власні поточні географічні координати за допомогою вбудованого GPS-приймача;
- заносити у внутрішню пам'ять і передавати на ПОРТ координати встановлених РС-У;
- показувати азимут на вибране або РС-У, що спрацювало, із зазначенням відстані;
- здійснювати оцінку сейсмічного фону в місці установки будь-якого РС-У.



Рисунок Е.3 - Переносний приймач
(КОПР)



Рисунок Е.4 - Пульт оператора
(ПОРТ)

Живлення КОПРа здійснюється від внутрішнього Li-ion акумулятора. Вибір інформації, що відображується, здійснюється за допомогою дружнього інтерфейсу за аналогією зі стільниковим телефоном, що прискорює час навчання роботи з пристроєм і знижує вимоги до кваліфікації оператора.

Пульт оператора (ПОРТ) необхідний у випадках, коли потрібна візуалізація розташування встановлених засобів відображення з прив'язкою до електронного плану або карти місцевості. Поставляється разом з встановленим програмним забезпеченням (Картографічна система 11). Дозволяє працювати із засобами відображення загальним числом до 255. На додаток до функцій КОПРа, дозволяє задавати логіку роботи з рубежами і здійснювати розширену діагностику радіомережі. Крім того, дозволяє в реальному часі здійснювати контроль за переміщенням груп реагування, оснащених переносними приймачами КОПРа.

З 2007 року склад комплексу розширено додатковими засобами виявлення:

Система фотореєстрації, що дозволяє ідентифікувати порушника на відстані до 150 метрів, в тому числі в умовах малої освітленості (сутінки, нічний час) і передати його зображення по стандартному радіоканалу комплексу на відстань до 50 кілометрів.

Магнітометричний засіб виявлення зосередженого типу (дальність виявлення автомата типу АК-74 - до 4 метрів).

Інфрачервоний пасивний засіб виявлення з дальністю виявлення людини до 100 метрів.

Автономний реєстратор, що дозволяє протягом тривалого часу (до декількох років) таємно проводити збір інформації з групи датчиків без ретрансляції на переносний приймач або пульт оператора.

Відмінні риси комплексу "Радіобар'єр"

При створенні комплексу переслідувалося кілька цілей:

1. Комплекс повинен бути максимально прихований при розміщенні на місцевості.
2. Вірогідність виявлення повинна бути високою.
3. Засоби виявлення повинні мати мінімальні розміри.
4. Комплекс повинен бути простий в установці і, одночасно, представляти максимальну функціональність.
5. Комплекс повинен бути таким, що не потребує обслуговування.
6. В ідеалі комплекс повинен автономно працювати від одного джерела живлення на протязі всього терміну експлуатації.

Таблиця Е.1 - Характеристики комплексу "Радіобар'єр"

- Радіус зони контролю сейсмічного засоба виявлення	від 40 до 100 м
- Довжина мікродроту в котушці обривного засобу виявлення	1500 м
- В відстань ідентифікації порушника системою фотореєстрації	до 150 м
- Дальність (радіус) магнітометричного засобу виявлення	
- Автомата АК-74	до 4 м
- Транспортного засобу (автоцистерна)	до 20 м
- Дальність виявлення людини ІК пасивним сигналізатором	до 100 м
- Максимальна кількість РС-У, внесених у пам'ять КОПРа	42
- Дальність передачі сигналу тривоги (пряма радіовидимість)	
- Між РС-У (антена типу «штир» на землі) або від РС-У до КОПРа або ПОРТ	до 1,5 км
- Між РС-У (в режимі ретранслятора з антеною КБВ)	до 7 км
- Час автономної роботи	
- РС-У	від 5 років
- КОПРа	до 5 діб
- Робочий діапазон температур	
- РС-У	від -30 до +50 °С
- КОПРа	від -10 до +50 °С

Практично єдиними недоліками даної системи є її велика вартість, що унеможлиблює її використання у якості простої системи для охорони об'єктів.

Зовнішній вигляд, будова та технічні параметри елементної бази

Піроелектричний датчик руху HC-SR501



Рисунок Ж.1 – Зовнішній вигляд (а) та розташування елементів (б) піроелектричного датчика HC-SR501

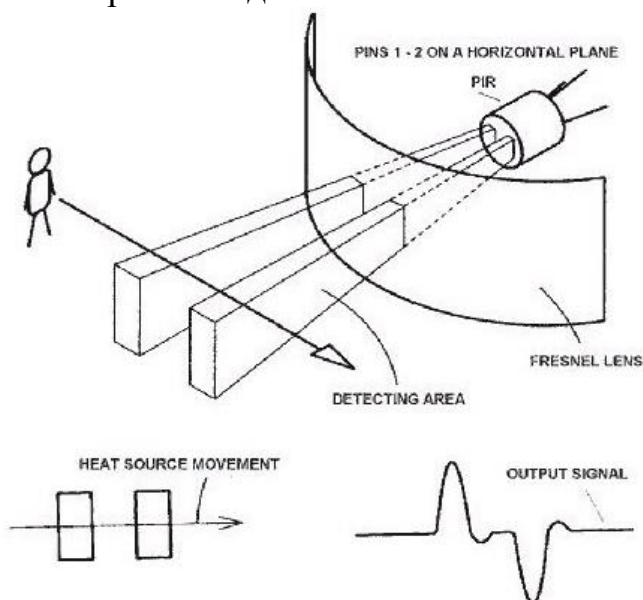


Рисунок Ж.2 – Принцип роботи піроелектричного датчика

Таблиця Ж.1- Технічні параметри піроелектричного датчика HC-SR501

- Напруга живлення постійного струму	4,5- 20 В
- Струм на OUT	60 мА
- Напруга на виході	високі та низькі рівні в 3 В TTL логіки
- Дистанція виявлення	3-7 м (налаштовується)
- Кут виявлення	від 120 до 140 градусів
- Тривалість імпульсу при виявленні	5- 300 сек (налаштовується)
- Час блокування до наступного виміру	2,5 сек, змінюється заміною резистора
- Робоча температура	від -20 до +80°C
- Режими роботи	L- одиничний; Н- повторний
- Габарити модулю	32× 24× 18 мм

Мікрохвильовий датчик руху на ефекті Доплера ХУС-WB-DC

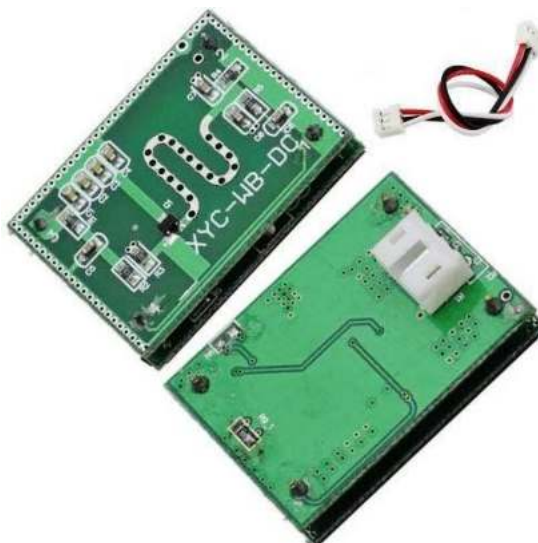


Рисунок Ж.3 – Зовнішній вигляд мікрохвильового датчика руху ХУС-WB-DC

Таблиця Ж.2 - Технічні параметри мікрохвильового датчика ХУС-WB-DC

-Робоча частота	5,8 ГГц
- Дальність виявлення	6-9 м
- Потужність передачі	до 2 мВт
- Робоча напруга	3,3- 20 В
- Споживаний струм в режимі очікування	3 мА
- Кут виявлення	360° (без сліпих зон)
- Розмір	3,2×2,3×1 см

Блок порівняння сигналу

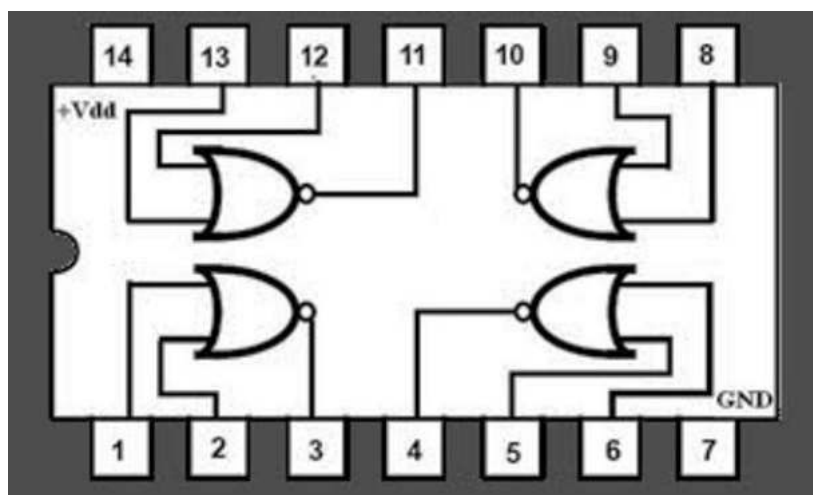


Рисунок Ж.4 - Розміщення виводів мікросхеми CD4011

Таблиця Ж.3 – Таблиця істинності мікросхеми CD4011

A	B	Out
L	L	H
H	L	H
L	H	H
H	H	L

Примітка. L- низький логічний рівень, H- високий логічний рівень.

Таблиця Ж.4 – Технічні параметри мікросхеми CD4011

- Серія	4000B
- Тип логічного елемента	2i-ні
- Кількість елементів	4
- Напруга живлення, В	3...18
- Максимальний вихідний струм: High/Low, мА	-3.4/3.4
- Логічний рівень - Low, В	1.5...4
- Логічний рівень - High, В	3.5...11
- Максимальний час затримки при Max V и CL, нс	90
- Робоча температура, °С	-55...+125
- Корпус	soic-14(3.9мм)
- Вага, г	0.25

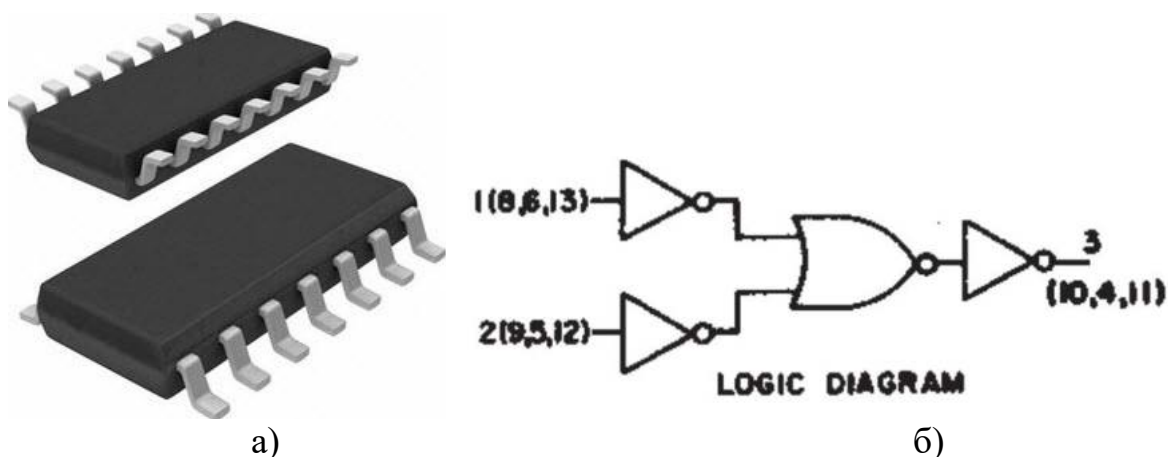


Рисунок Ж.5 - Зовнішній вигляд мікросхеми CD4011 (а) та функціональна схема її логічних елементів (б)

У блоці порівняння сигналу використано дві мікросхеми, одна у якості приймача вхідних сигналів, друга у якості інвертора для передачі потрібних логічних рівнів на наступний блок.

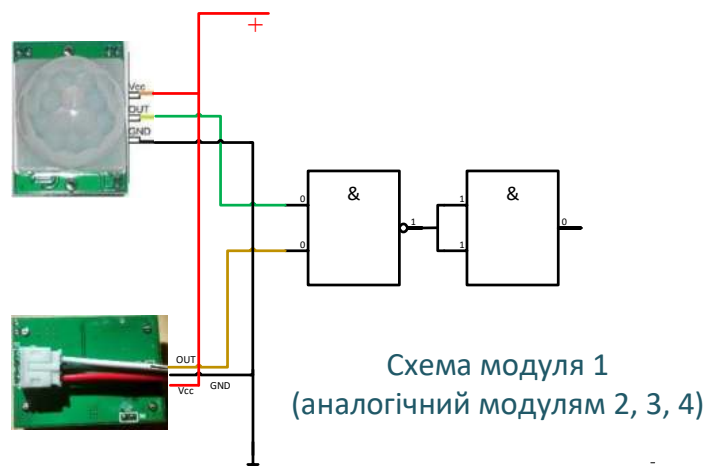


Рисунок Ж.6 - Схема виносного модуля із блоком порівняння сигналу

Блок обробки сигналу

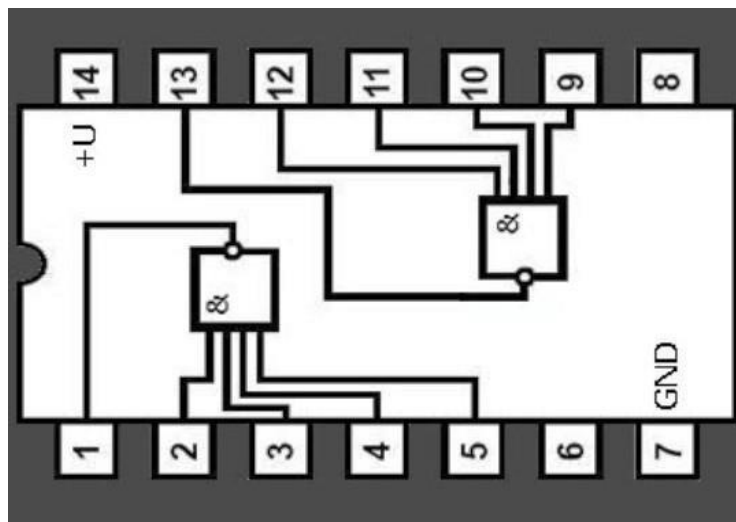


Рисунок Ж.7 - Розміщення виводів мікросхеми CD4012

Таблиця Ж.5 - Таблиця істинності мікросхеми CD4012

Входи				Вихід
A	B	C	D	Out
L	L	L	L	H
H	L	L	L	H
L	H	L	L	H
L	L	H	L	H
L	L	L	H	H
H	H	H	H	L

Примітка. L- низький логічний рівень, H- високий логічний рівень.

Таблиця 2.6 - Технічні параметри мікросхеми CD4012

- Серія	4000В
- Тип логічного елемента	4і-ні
- Кількість елементів	2
- Напруга живлення, В	3...18
- Максимальний вихідний струм: High/Low, мА	-3.4/3.4
- Логічний рівень - Low, В	1.5...4
- Логічний рівень - High, В	3.5...11
- Максимальний час затримки при Max V и CL, нс	90
- Робоча температура, °С	-55...+125
- Корпус	soic-14(3.9мм)
- Вага, г	0.25

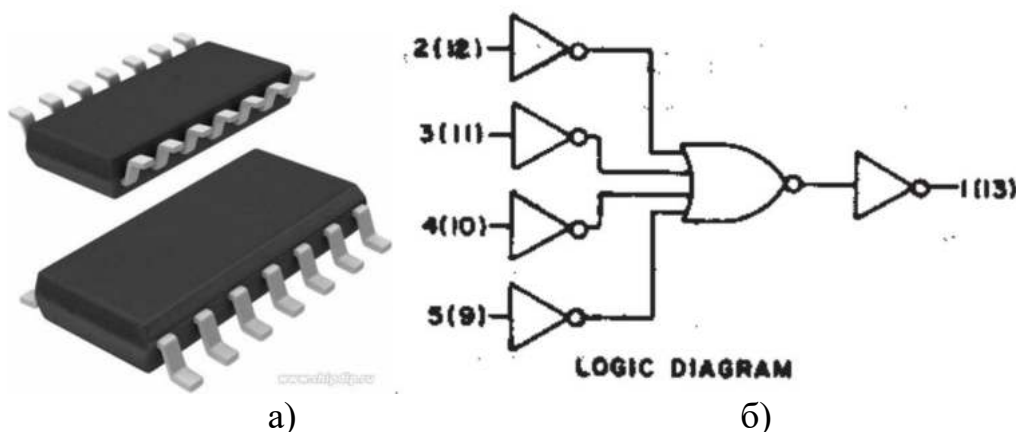


Рисунок Ж.8 - Зовнішній вигляд мікросхеми CD4012 (а) та її функціональна схема її логічних елементів (б)

Блок безпеки

Вимикач S1 може бути виконаний у вигляді розімкнутої дротової лінії, або ж у якості вимикача може бути використаний герконовий датчик KLS26-MR3210.

У якості вимикача S2, щоб уникнути рухливих контактів вимикача, рекомендується на друкованій платі встановити штирковий роз'єм типу PLS-3 (KLS1-207-1-3-S), 3 контактів 2x10, крок 2,54 мм, 1А, та встановити на нього перемичку 2,54 мм KLS1-203A-O-B-6.0.

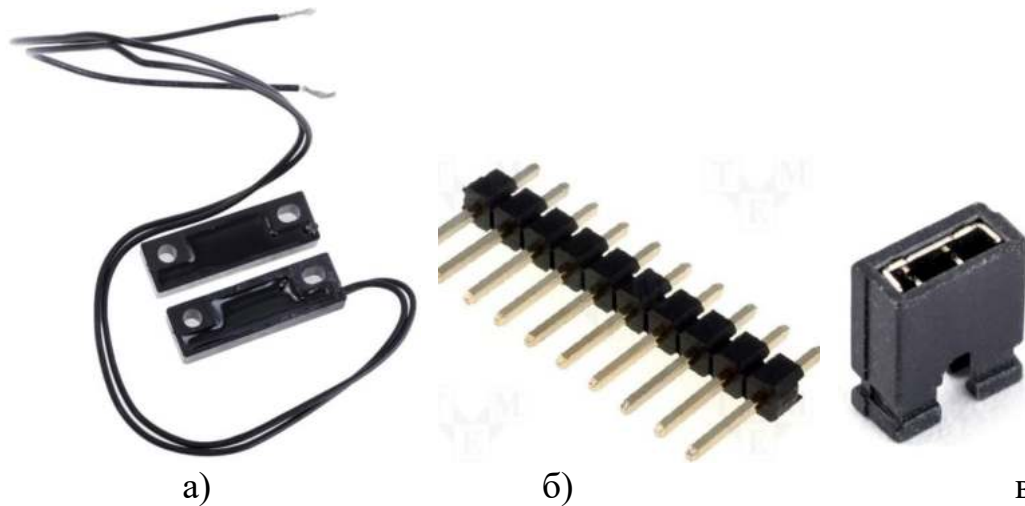


Рисунок Ж.9 – Зовнішні вигляди герконового датчика KLS26-MR3210 (а), штиркового роз'єму PLS-3 (б) та перемички 2,54 мм KLS1-203A-O-B-6.0 (в)

Виконавчий блок

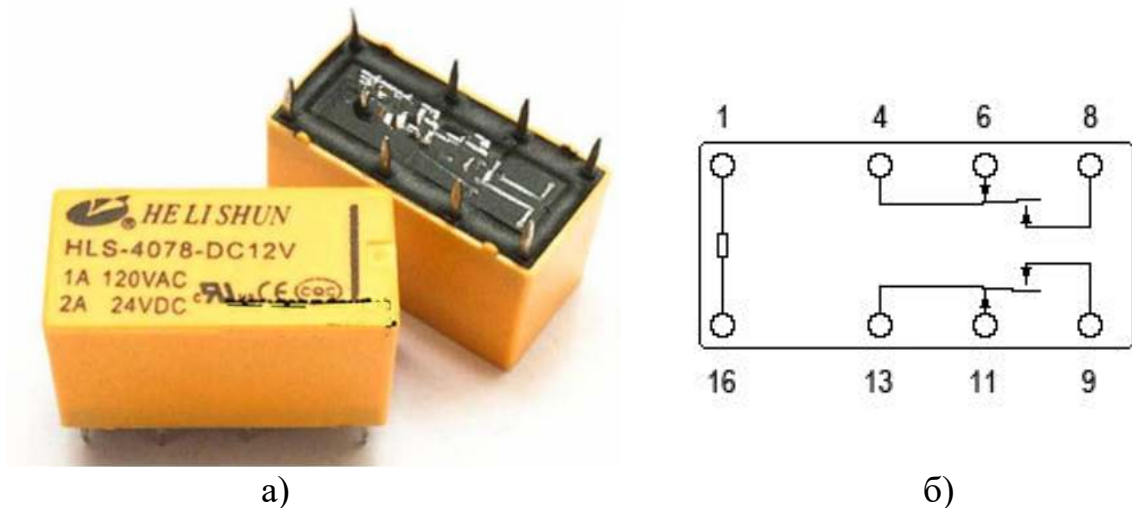


Рисунок Ж.10 - Зовнішній вигляд (а) та розташування контактів (б) реле HLS-4078-DC5V

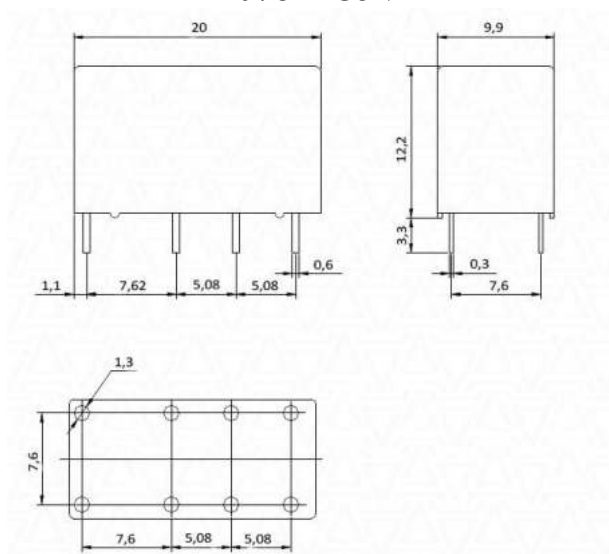


Рисунок Ж.11 - Габаритні розміри реле HLS-4078-DC5V

Таблиця Ж.7- Технічні характеристики реле HLS-4078-DC5V

- Вид струму	постійний
-Максимальна комутуєма напруга	60 В
- Максимальний комутуємий струм	2 А
- Максимальна комутуєма потужність	120 В / 30 Вт
- Номінальний струм	2А
- Номінальна напруга котушки	5В
- Напруга спрацювання	3,75 В
- Напруга відпускання	0,25 В
- Діапазон опору котушки	20 - 11520 Ом
- Час спрацювання	6 мс
- Час відпускання	4 мс
- Число контактів	2п
- Габарити	L×B×H 21×9,9×15,5 мм
- Маса	5 г

Таблиця Ж.8 - Характеристики транзистора BC847

- Структура	n-p-n
- Напруга колектор-емітер, не більше	45 В
- Напруга колектор -база, не більше	50 В
- Напруга емітер-база, не більше	6 В
- Струм колектора, не більше	0.1 А
- Розсіювана потужність колектора, не более	0.25 Вт
- Коефіцієнт підсилення транзистора по струму (h_{fe})	от 110 до 800
- Гранична частота коефіцієнта передачі струму	150 МГц
- Корпус	SOT-23

Таблиця Ж.9 - Основні технічні характеристики діода 1N4007

- Максимальна постійна зворотня напруга	1000 В
- Максимальна імпульсна зворотня напруга	1200 В
-Максимальний прямий струм	1 А
- Максимально допустимий прямий імпульсний струм	5 А
- Постійна пряма напруга, не більше	1,1 В
- Постійний зворотній струм, не більше	5 мкА
- Робоча температура	-60 ...+175°C
- Тип корпусу	DO-214AL
- Маса діоду	не більше 0,5 г

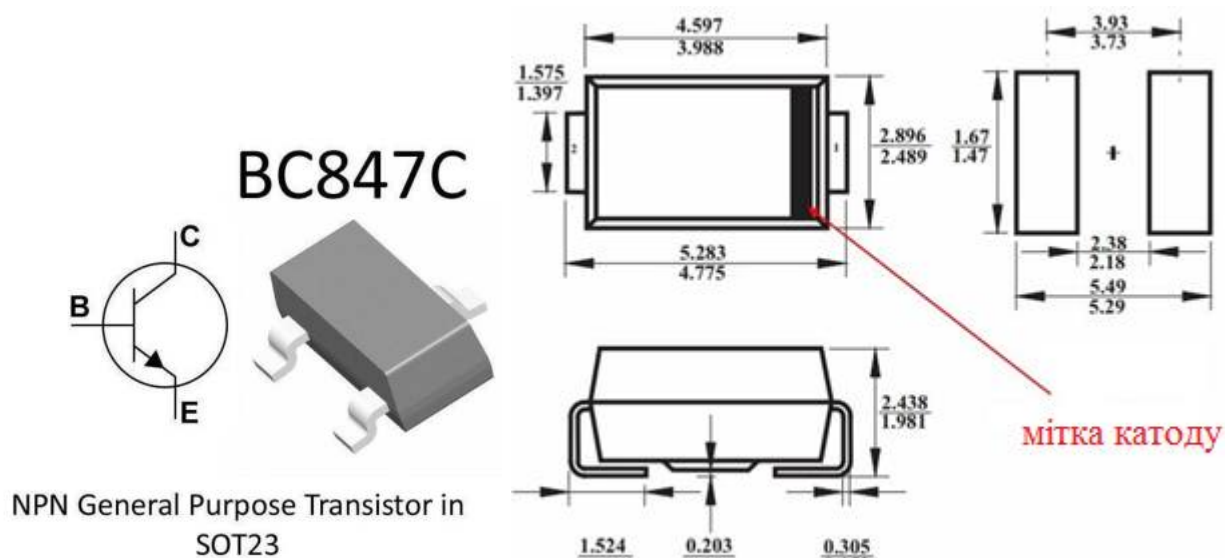


Рисунок Ж.12 - Зовнішній вигляд транзистора BC847 (а) та діода 1N4007 (б)

Кінцевий виконавчий пристрій та радіомодуль

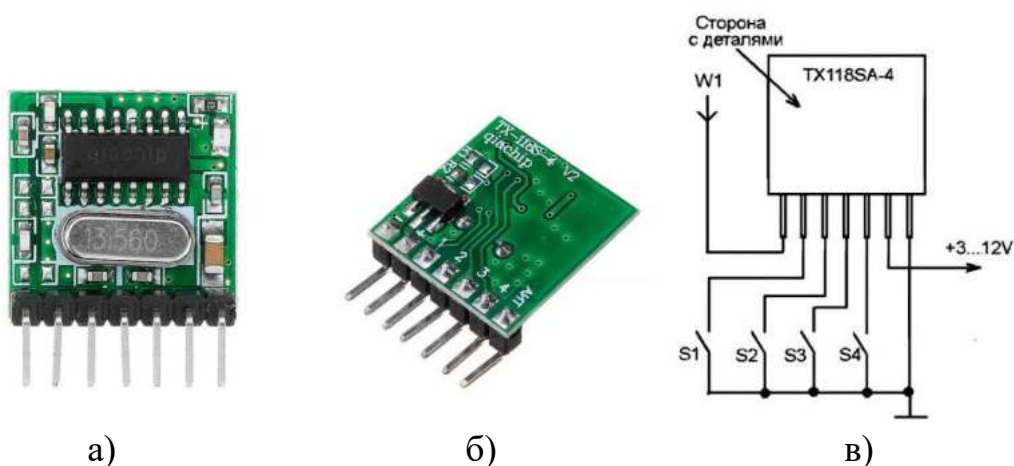


Рисунок Ж.13 - Зовнішній вигляд (а)-(б) та типова схема підключення (в) радіомодуля TX-118SA-4

Таблиця Ж.10 - Технічні характеристики радіомодуля TX-118SA-4

- Модель	TX118SA-4
- Робоча частота	433.92 МГц
- Протоколи	EV1527
- Модуляція	ASK
- Потужність передавача	11 дБм
- Дальність передачі на антену 17 см	100 м
- Кількість каналів	4
- Напруга живлення	3.3 - 24 В
- Споживаний струм	3 мкА (режим очікування)
- Споживаний струм	10 мА (режим передачі)
- Габаритні розміри	18x18x6 мм

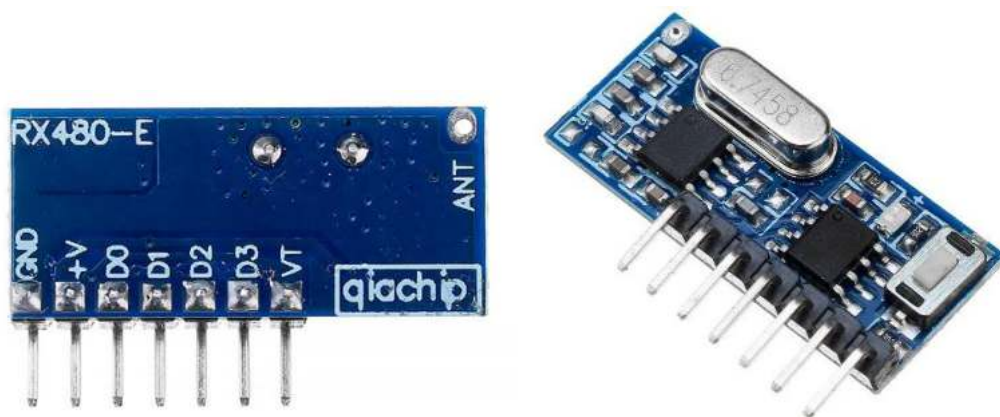


Рисунок Ж.14 - Зовнішній вигляд приймача RX480-E

Конструкція приймача виготовляється згідно типового підключення в залежності від способу подачі необхідного сигналу, і у даній роботі не розглядається.



Рисунок Ж.15 - Зовнішній вигляд електроспалахувача EV-1

Таблиця Ж.11 - Технічні характеристики електроспалахувача EV-1

- Електричний опір	1.4-3.0 при довжині дроту 35-215 см
- Довжина дроту, см	25
- Безпечний імпульс запалювання, А/мс	не менше 0.6
- Імпульс запалювання, А/мс	не більше 2
- Країна- виробник	Україна

Таблиця Ж.12 - Технічні характеристики електричної схеми модуля

- Напруга живлення	9 V
- Струм у черговому режимі	
при застосуванні лінійного стабілізатора LM1117-5V	31mA
при застосуванні лінійного стабілізатора LP2950-5V	4 mA
- Струм при замкненому дроту запобіжника довжиною 10 м	60(11) mA
- Напруга на контактах запобіжника у режимі відключення	3,2 V
- Струм чергового режиму передавача	3mkA
- Струм режиму спрацювання передавача	48 mA

Світлина зовнішнього вигляду блоків розробленого охоронно-сигналізаційного комплексу швидкого розгортання

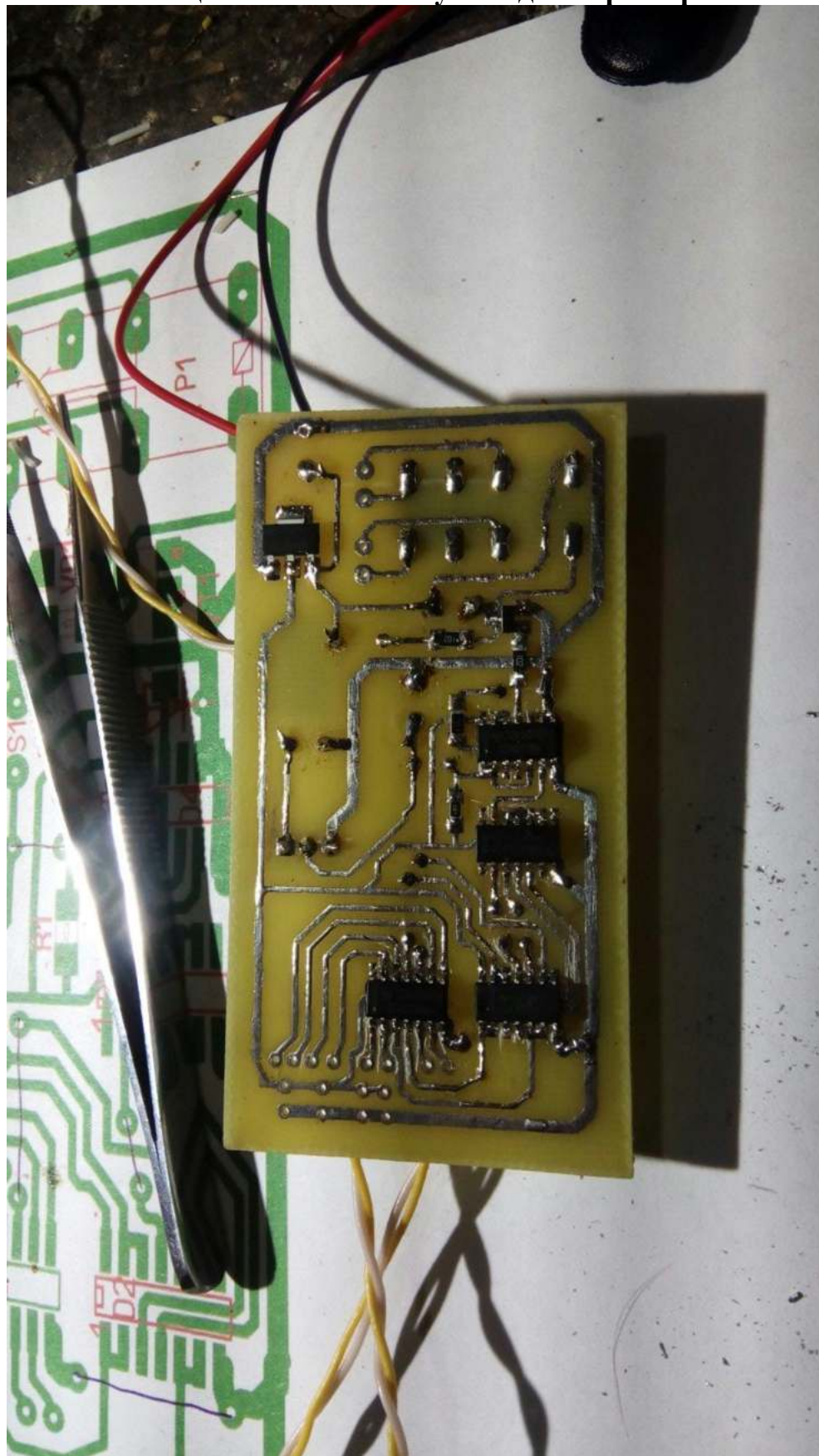


Рисунок К.1 – Друкована плата блоку керування



Рисунок К.2 – Внутрішній зміст блоку керування

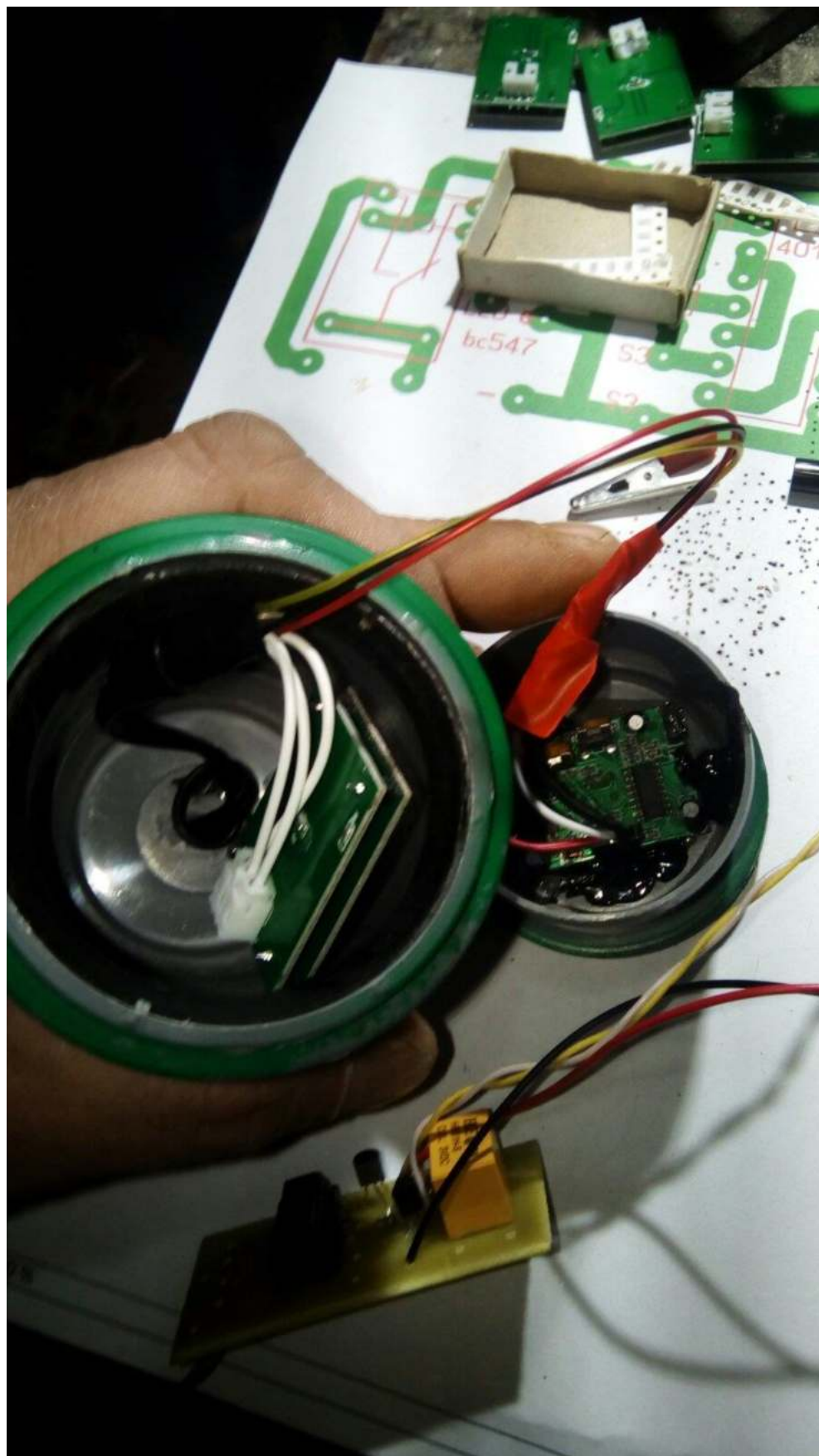


Рисунок К.3 – Внутрішній зміст виносного модуля з піроелектричним датчиком HC-SR501 та мікрохвильовим датчиком руху XUC-WB-DC



Рисунок К.4 - Зовнішній вигляд модуля з піроелектричним датчиком HC-SR501 та мікрохвильовим датчиком руху XYS-WB-DC у герметичному корпусі



Рисунок К.5 – Зовнішній вигляд чотирьох виносних модулів з піроелектричними датчиками HC-SR501 та мікрохвильовими датчиками руху ХУС-WB-DC у герметичних корпусах, що підключені до блока керування (у білому корпусі)