

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ
ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**
Радіотехнічний факультет
Кафедра прикладної радіотехніки

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

«__»_____2022 р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Інтелектуальні технології
мікросистемної радіоелектронної техніки»

спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка на тему:

«Система дистанційної активації фугасу»

Виконав:

студент IV курсу, групи РІ-81

Воронов Сергій Олександрович _____

Керівник:

Доцент Мосійчук Віталій Сергійович _____

Рецензент:

Турєєва О.В. _____

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського” Факультет радіотехнічний

Рівень вищої освіти перший рівень

Спеціальність - 172 “Телекомунікації та радіотехніка”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

(підпис)

” ___ ” _____ 2022р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту
Воронову Сергію Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Система дистанційної активації фугасу

керівник роботи доцент Мосійчук Віталій Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від «01» червня 2022 р. № 822-с

2. Строк подання студентом роботи 22 червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Загальні вимоги до систем дистанційного підриву, прототип уніфікованої системи дистанційної активації фугасу.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Огляд систем дистанційного підриву, огляд військових протипіхотних мін та систем їхньої активації, розробка і реалізація системи дистанційного підриву протипіхотного фугасу, випробування.

5. Перелік ілюстративного матеріалу

(із зазначенням плакатів, презентацій тощо) презентація по роботі в обсязі не менше 10 слайдів.

6. Дата видачі завдання ” 01” травня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітки
.	Огляд існуючих рішень		Розділ 1
.	Огляд систем дистанційного підриву		Розділ 2
3.	Програмно-апаратна реалізація системи дистанційної активації протипіхотного фугаса.		Розділ 3
4.	Оформлення пояснювальної записки		Додатки

Студент _____ **Воронов** С. О.
 (підпис) (прізвище та ініціали.)

Керівник роботи _____ **Мосійчук** В. С.
 (підпис) (прізвище та ініціали.)

АНОТАЦІЯ

До бакалаврської дипломної роботи Воронова Сергія Олександровича. На тему “Система дистанційної активації фугасу”.

У наш час проблеми безпеки людини та суспільства в цілому набувають особливої актуальності. Щодня в Україні реєструються десятки тисяч ситуацій, пов’язаних із збройною агресією російської федерації, яка порушує нормальні умови життя та праці та загрожує життю чи здоров’ю населення, велика кількість загиблих та травмованих, що призводять до значних наслідків та матеріальних втрат. Дана дипломна робота присвячена системі дистанційного підриву протипіхотного фугасу. В роботі зроблено аналіз систем дистанційного підриву та визначення найбільш оптимальних програмно-архітектурних рішень під час реалізації подібних систем.

ABSTRACT

To the bachelor's thesis of Voronov Sergii Alexandrovych. On the topic "Remote explosion activation system". In our time, the problems of human security and society as a whole are becoming particularly relevant. Every day, tens of thousands of emergencies are registered in Ukraine related to the armed aggression of the Russian Federation, which violates normal living and working conditions and threatens the life or health of the population, a large number of deaths and injuries, resulting in significant material losses. This thesis is devoted to the system of remote detonation of anti-personnel landmines. The analysis of remote detonation systems and determination of the most optimal software and architectural solutions during the implementation of such systems is made in the work.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ДК — дистанційне керування;

ВР — вибухова речовина;

БД — база даних;

ДОТ – довготривала оборонна точка

ПТРК – протитанковий ракетний комплекс

Зміст

АНОТАЦІЯ	4
ABSTRACT	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	6
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ	9
1.1 Загальні положення теорії вибуху.....	9
Дія вибуху на навколишнє середовище.....	11
1.2 Класифікація вибухових речовин.....	12
1.3 Фугаси та міни.....	12
1.4 Активація звичайних фугасів	15
2.5 Застосування фугасів.....	15
Висновок	16
РОЗДІЛ 2. ОГЛЯД СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО ПІДРИВУ.....	17
Висновок	19
РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОЇ АКТИВАЦІЇ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ФУГАСУ.....	20
3.1 Формулювання вимог до прототипу.....	20
3.2 Принцип роботи	21
3.3 Матеріальна база.....	21
3.4 Збірка пристрою.....	22
3.5 Результати польових випробувань.....	27
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	29
ПЕРЕЛІК ДРЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	30

ВСТУП

Однією з головних проблем, що загрожують життю та здоров'ю цивільних людей у мирний час, особливо на деокупованих територіях, є детонація неактивованих снарядів та мін. Наприклад, для детонації типової протипіхотної міни ПОМЗ-2М достатньо зачепити розтяжку.

Наслідки такої ситуації можуть бути вкрай жахливі. Тому потрібно розробити уніфіковану систему ручної дистанційної активації подібних вибухових пристроїв, що дозволить значно зменшити кількість нещасних випадків пов'язаних із випадковою детонацією.

Користувачам даної системи можуть бути як військові, використовуючи її під час виконання бойових і тактичних задач, так і сапери, які займаються деактивацією і утилізацією неактивованих снарядів.

Користувач системи отримує можливість без ризику для власного життя, знаходячись на безпечній відстані від зони ураження ліквідувати або активувати вибуховий пристрій використовуючи смартфон.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

Вибухові речовини є дуже потужними джерелами енергії. Під час вибуху 400-грамова тротилова граната досягає потужності до 160 мільйонів кінських сил. За допомогою такої шашки можна вивести з ладу танк, бронетранспортер та іншу техніку.

1.1 Загальні положення теорії вибуху

Вибух - хімічне перетворення речовини, перехід її з одного стану в інший. З хімічної точки зору, вибух — це той самий процес, що й горіння палива, викликане окисненням палива (вуглецю та водню).



Рисунок 1.1 – Види вибухів [3]

Вибухові речовини (ВР) – це хімічні сполуки або суміші, які під дією певних зовнішніх впливів здатні до швидкого хімічного перетворення, внаслідок чого виникають сильно нагріті гази під великим тиском, які, розширюючись, виконують механічну роботу. Хімічне перетворення ВР називають вибуховим перетворенням. Вибухове перетворення, залежно від властивостей ВР і типу впливу на неї, може протікати у виді термічного розкладання, горіння або вибуху. Термічне розкладання (розпад) виникає при нагріванні ВР нижче температури спалаху. Термічне

розкладання є порівняно повільним процесом розпаду ВР, що підкоряється звичайним законам хімічної кінетики, залежно від температури нагрівання і швидкості реакції конкретної ВР. Горіння є екзотермічною реакцією, що протікає у поверхневому шарі речовини – у зоні полум'я; воно зумовлене передачею енергії від одного шару ВР до іншого шляхом теплопровідності і випромінювання тепла газоподібними продуктами. Швидкість процесу горіння становить кілька метрів у секунду. Температура горіння – кілька тисяч градусів. Зі збільшенням тиску у навколишньому середовищі швидкість горіння зростає. Горіння бризантних ВР у закритому об'ємі, як правило, переходить у детонацію. Детонація – це процес вибухового перетворення, зумовлений проходженням ударної хвилі по вибуховій речовині і який протікає з постійною (для даної ВР і для даного її стану) надзвуковою швидкістю (1200-9000 м/с). На відміну від горіння детонація мало залежить від зовнішнього тиску і температури. У випадку зниження якості ВР (зволоження, злежування) або недостатнього початкового імпульсу детонація може перейти у горіння або зовсім загаснути. Така детонація заряду ВР називається неповною. Вибухове горіння є проміжним режимом між горінням і детонацією; його швидкість не є постійною і може досягати кілька десятків і сотень метрів у секунду. Вибух супроводжується такими головними факторами: практично миттєвим перетворенням, виділенням великої кількості тепла та утворенням великої кількості газоподібних продуктів. За відсутності хоча б одного з наведених факторів вибуху не станеться. Наприклад, при горінні терміту температура сягає близько 3000°C, але така кількість газів, як при вибуху ВР, не утворюється, і тому вибуху не відбувається. Збудження вибухового перетворення ВР називають ініціюванням. Для цього перетворення ВР необхідно передати достатню кількість енергії (початковий імпульс), що може бути здійснено одним з наступних способів: - механічним (удар, накол, тертя); - тепловим (іскра, полум'я, нагрівання); - електричним (нагрівання, іскровий розряд); - хімічним (реакції з інтенсивним виділенням тепла); - вибухом іншого заряду. Умови, необхідні для виникнення вибуху. Просте горіння вугілля можна "поставити" в такі умови, коли воно буде протікати як потужний вибух. Якщо взяти здрібнене вугілля і розпорошити його в повітрі так, щоб утворилася пилова хмара, то при підпалюванні такої хмари відбудеться достатньо потужний вибух.

Дія вибуху на навколишнє середовище

Під час вибуху навколишнє середовище, насамперед, зазнає динамічного тиску удару, що виникає в результаті утворення великої кількості газів при досить швидкому переході вибухової речовини з одного стану в інший. Цей удар – викликає ударну хвилю, що поширюється в усі боки і справляє руйнівний вплив (дію) на середовище. Слідом за ударною хвилею навколишнє середовище піддається дії тиску газів вибуху, що створює поступальний рух часток середовища, які відокремлюються під дією сколюючих і роздавлюючих напруг. Під дією ударної хвилі і тиску газів вибуху в оточуючому заряд середовищі виникають великі напруги. Ці напруги зменшуються в міру віддалення від зарядної камери (рис. 1.2).

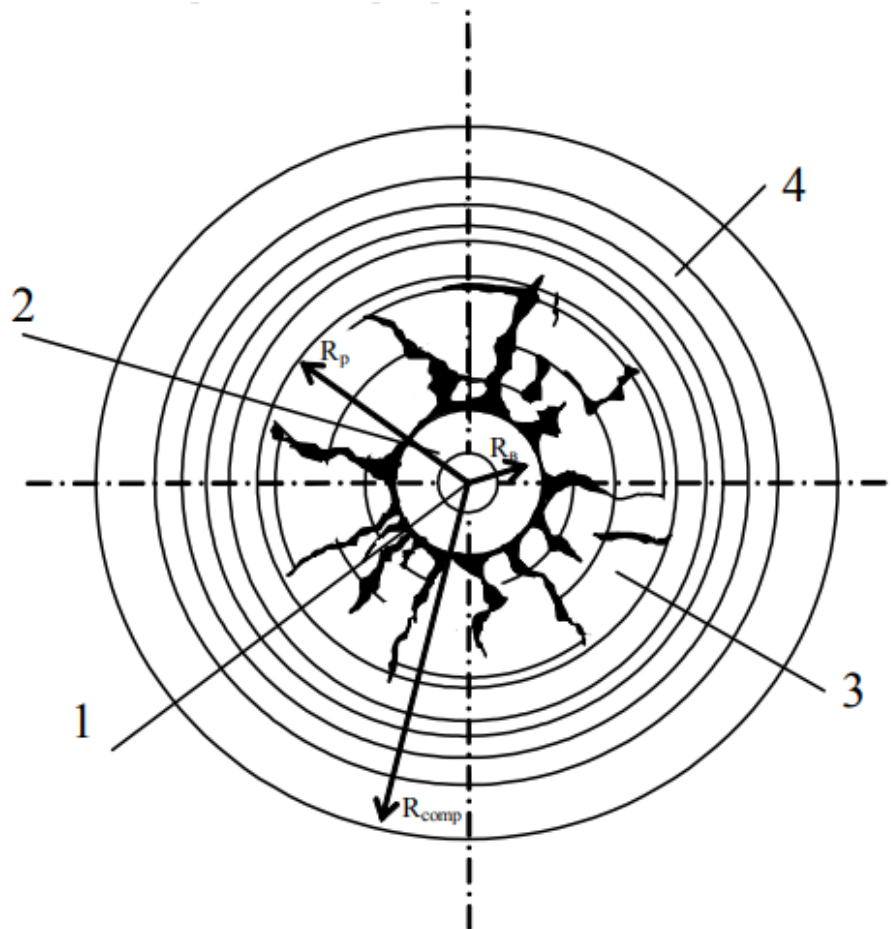


Рисунок 1.1 – Схема механічного впливу вибуху у необмеженому середовищі [3]

1.2 Класифікація вибухових речовин

Для ініціації вибуху більшості ВР потрібно завдати сильного і різкого удару. Така вибухова речовина, як тротил, не вибухає навіть при прострелі кулею. Загоряються такі ВР з трудом – запалити тротил або пікринову кислоту набагато важче, ніж папір або гас. Ініціювати вибух таких ВР теплом або ударом настільки важко, що деякі з них довгий час після їх відкриття навіть не вважалися вибуховими речовинами. Так, пікринова кислота, яку було відкрито в 1788 році, протягом майже 100 років використовувалася тільки як жовта фарба. І лише в 1873 році було встановлено, що ця фарба є найсильнішою вибуховою речовиною. Кількість вибухових речовин, подібних тротилу або пікриновій кислоті, що не вибухають від запалювання або слабкого удару, є великою. Всі вони складають основний клас вибухових речовин і називаються бризантними (дроблячими) вибуховими речовинами. Бризантні вибухові речовини не вибухають від полум'я або удару, що є дуже важливим для безпеки їх виробництва і застосування. Проте, у зв'язку з їхньою високою стійкістю до механічних і теплових впливів, вони не могли знайти застосування у вибуховій справі без надійної ініціації їх вибуху.

1.3 Фугаси та міни

Фугас (фр. fougasse, раніше fougade, від італ. fogata, утвореного від fogare («швидко літати, кидатися з повітря на здобич»)) – заряд вибухової речовини, який закладають у землю чи під водою на невеликій глибині, або доставляють різними способами до місця застосування. Підривається раптово для завдання втрати противнику або затримання його просування. Під час підриву фугасу ціль уражає ударна хвиля та продукти вибуху.

Протитанкові міни призначені для знищення або виведення з ладу бойової техніки. Міни зазвичай спрацьовують під тиском на них понад 100 кг. Протитанкові міни бувають протигусеничні і протиднищеві. Вони призначені для мінування місцевості проти танків, самохідних ракетних і артилерійських установок, бронетранспортерів і інших бойових і транспортних машин супротивника. Протитанкова міна ТМ-62М (іп 47 1) може застосовуватися з підривачем МВЧ-62

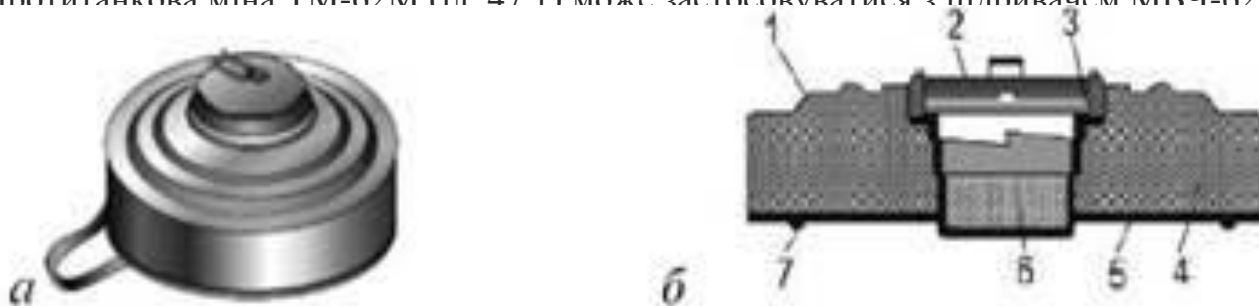


Рисунок 1.2 – Протитанкова міна ТМ-62М: а — загальний вигляд міни з підривачем МВЧ-62 в транспортному положенні; б — розріз міни без підривана (з пробкою): 1 — корпус, 2 — пробка; 3 — прокладка, 4 — заряд; 5 — дно; 6 — додатковий детонатор; 7 — вушко для кріплення ручки

Протипіхотні міни призначені для знищення живої сили супротивника. Дія міни базується на детонації вибухової речовини, спричиненої присутністю, близькістю (наближенням) або безпосереднім впливом на міну людини; при цьому вона калічить або вбиває одного або кількох чоловік. Осколкові міни зазвичай споряджають готовими уражальними елементами, як-от металевими кульками, циліндрами, смужками тощо. Протипіхотні міни призначають, як правило, для ураження живої сили. Розрізняють міни фугасні (ПМН (іл. 47.3) ПМН -2, ПМН-3) і осколкові (ПОМЗ-2М ОЗМ-72 і МОН-50)

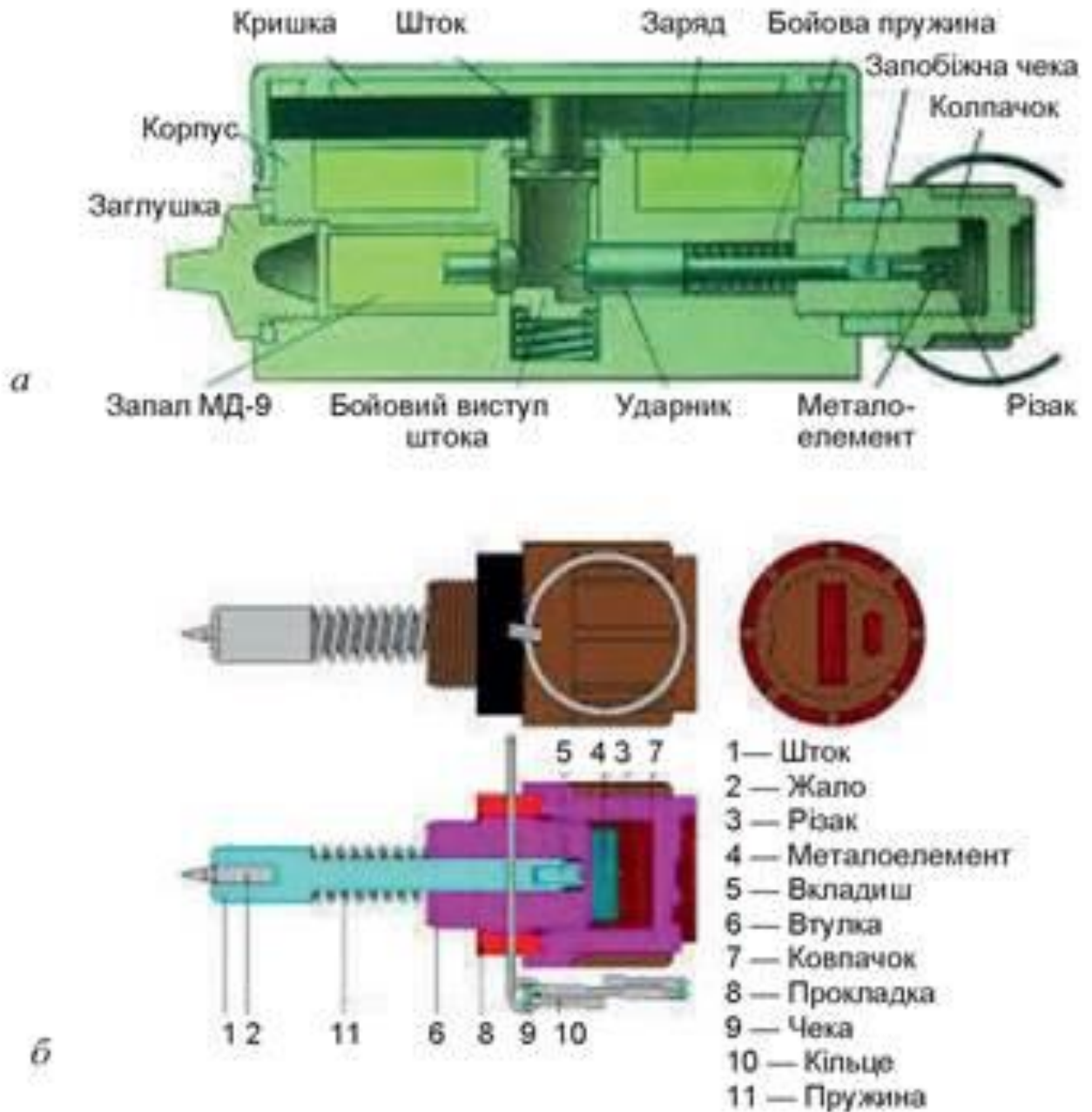


Рисунок 1.3 – Протипіхотна міна ПМН: а - поперечний розріз; б - будова наколеного механізму міни ПМН

Табл. 1.1 – Основні характеристики мін країн НАТО

Характеристика	США	ФРН	Британія
Марка міни	M18A1	РРМ-2	«Рейнджер»
Вага, кг.	1,6	0,371	0,12
ВР	0,68	0,11	0,1
Тип підричника	Електричний	Електромеханічний	--
Сектор ураження	60*	360*	360*
Встановлення	Вручну	Вручну	Дистанційний
Убойні елементи	700 металевих кульок	Фугасна міна	Фугасна міна

1.4 Активація звичайних фугасів

Займання фугасної суміші здійснюється електричним, вогневим або механічним способами. При вогневому способі, зазвичай, необхідно використовувати детонатори, вогнепровідний шнур або запальні трубки. При електричному — використовують електродетонатори, в яких необхідна початкова температура індукції запалення досягається за рахунок теплової енергії електроіскри або спіралі і початкового заряду вибухової ініціюючої речовини.

У разі натискання на міну кришка і шток опускаються; бойовий виступ штока виходить із зачеплення з ударником, він звільняється і під дією бойової пружини наколює запал, який, спалахуючи, спричиняє вибух міни. Протипіхотні фугасні міни взимку за глибини снігу до 10 см встановлюють на ґрунт, а за більшої глибини — на утрамбований сніг з маскувальним шаром до 5 см. Знімати протипіхотні фугасні міни категорично заборонено.

2.5 Застосування фугасів

Фугасні снаряди в основному призначаються для стрільби по небетонованих оборонних спорудах: окопах, дерево-земляних (ДЗОТ) і дерево-кам'яних вогневих точках, спостережних пунктах і т. ін. Крім того, фугасні снаряди великих калібрів можуть застосовуватися спільно з бетонобійними снарядами для стрільби по бетонованих оборонних спорудах — довготривалих

оборонних точках (ДОТ) головним чином для зняття земляного насипу з останніх. Фугасні снаряди можуть з успіхом застосовуватися для виконання проходів в мінних полях.

Висновок

У період військових дій, партизани та збройні сили всього світу активно користуються фугасами іншими вибуховими пристроями для захисту та оборони. Більшість військових мін та фугасів, які використовують під час бойових дій детонують під час безпосередньої взаємодії із ціллю, що є великим ризиком, адже багато пристроїв можуть залишатися у землі роками і залишатися небезпечними.

РОЗДІЛ 2.

ОГЛЯД СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО ПІДРИВУ

У ході дослідження було виявлено, що аналогічних систем на даний момент існує зовсім мало, що підтверджує актуальність і необхідність подібних систем. У сучасному світі військові і партизани користуються традиційними методами мінування стратегічних територій, або використовують портативні протитанкові ракетні комплекси для ліквідації техніки супротивника і оборони. Проте, використання ПТРК не завжди є найліпшою стратегією, адже умови сучасної війни, у тому числі оборони міст, не завжди дозволяють виконувати подібні задачі таким чином.

Під час боїв за Київ у лютому-квітні 2022 року, сили територіальної оборони міста зіткнулися із необхідністю користуватися нетрадиційними методами ведення оборони, щоб відбити наступ чисельних ворогів. Саме тоді вперше виникла ідея тактики точкового підриву, спрямованої на ураження живої сили і поодинокі техніки супротивника. Для реалізації даної тактики необхідні були певні системи, які дозволять встановлювати точкові заряди і активувувати їх лише вручну, на відміну від класичних військових мін, щоб запобігти втрат серед цивільного населення. Деякі із таких систем, які вдалося відшукати, можна побачити нижче:



Рисунок 2.1 – Система дистанційного підриву Пост-01 [2]

Характеристики:

Дистанційний пусковий пристрій Rothenbuhler 1678 (RFD) являє собою інтелектуальну та дискретну систему ініціювання з двостороннім керуванням, що використовується на суші як основний пусковий механізм для підриву зарядів вибухової речовини. Більш безпечний у використанні, ніж звичайні електричні методи ініціювання, RFD має універсальність та надійність, на відміну від будь-яких інших систем ініціювання.

8-канальний Контролер запускає до 8 прийомопередаючих модулів

- Міні-контролер запускає до 4 прийомопередаючих модулів
- Акумуляторні батареї, що перезаряджаються.
- LED-підсвічування з регулюванням яскравості
- радіус дії двостороннього (дуплексного) зв'язку до 12 миль
- Швидший зв'язок
- Підвищена вибухова потужність- 5-позиційний зарядний пристрій
- нові та покращені функції тест-боксу

Даний пристрій можна назвати існуючим аналогом, проте він позбавлений можливості безпосереднього перегляду зони ураження.



Рисунок 2.2 – 1678-2 ELECTRIC REMOTE[2]

Характеристики:

Mini Controller запускає до чотирьох пультів дистанційного керування, виготовлених із міцного анодованого, надзвичайно міцного та стійкого до

корозії корпусу. Збільшена потужність запалювання, смарт-батарея, що змінюється користувачем, і яскравіші світлодіоди з налаштуванням затемнення.

Висновок

Загалом, перелічені системи можна використовувати для виконання задач точкового підриву, проте жодна з них не передбачає систему відеоспостереження та великий радіус дії. Крім того, наведені системи не можна використовувати із військовими мінами через особливості конструкторської детонатора. Саме тому виникла необхідність власної розробки, яка задовольняла б усі потреби можливих тактичних задач оборони.

РОЗДІЛ 3.

РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОЇ АКТИВАЦІЇ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ФУГАСУ

3.1 Формулювання вимог до прототипу

1. Пристрій має бути універсальним і сумісним із більшістю сучасних військових мін та детонуючих пристроїв
2. Система має передбачати дистанційну активацію за допомогою радіосигналу, що дозволить уникнути випадкових детонувань.
3. Оператор пристрою має бачити зображення сектору ураження на безпечній відстані через дисплей.
4. Система має передбачати можливість активації без дисплею вручну
5. Прототип має живитися від портативного акумулятора на мінімум 6000 мА/годин, що забезпечить довгий строк служби без необхідності заміни.
6. Пристрій має складатися із типових комплектуючих, які можна легко знайти, та мати просту конструкцію.

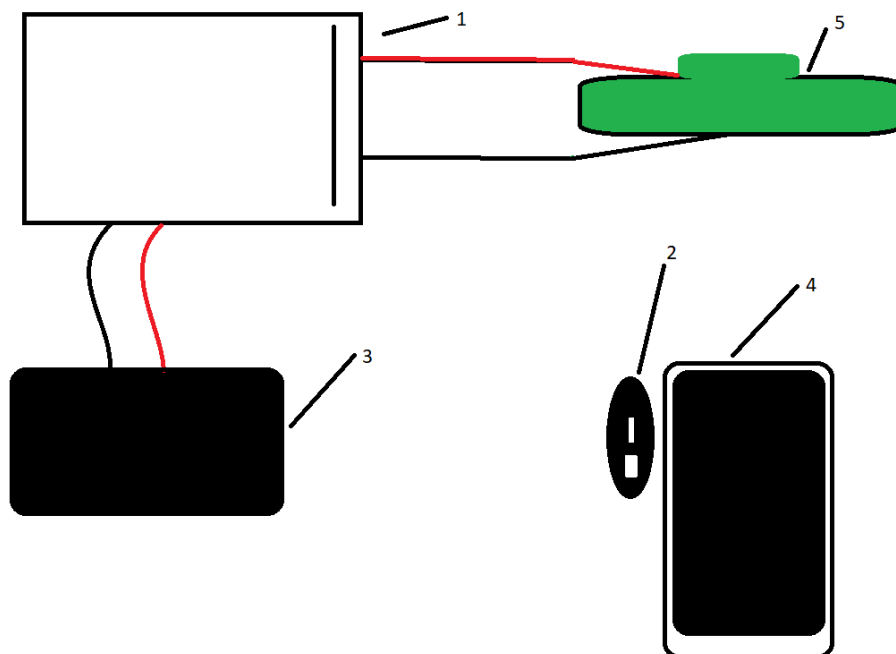


Рисунок 3.1 – Схема пристрою дистанційної активації. 1 – Реле-приймач у корпусі; 2 – Пульти ДК; 3 – Портативний блок живлення; 4 – Смартфон під'єднаний до інтернету; 5 – Вибуховий пристрій;

3.2 Принцип роботи

Система складається із вибухового пристрою, реле-приймача сигналу, пульта ДК від автомобіля, портативного блоку живлення та смартфона із стабільним інтернет-підключенням.

Перед використанням, спершу, потрібно під'єднати реле-приймач із живленням до міни. Тип підключення може варіюватися в залежності від міни, яку використовують. Тестовий прототип розроблявся і випробовувався на советській протитанковій міни ТМ-62. Після підключення необхідно встановити підключений вибуховий пристрій на місце мінування.

На рисунку 1.7 можна також побачити смартфони та автомобільний пульт ДК. Ці два пристрої поєднують у собі активатор детонатору: Пульт ДК отримує сигнал від фоторезистора, що закріплений на спалаху смартфона. Головне застосування смартфона у даній системі – керування спалахом, для цього на обох смартфонах має бути встановлений безкоштовний мобільний додаток Alfred Camera.

За допомогою Alfred Camera оператор пристрою може використовувати один із смартфонів як відеокамеру, а інший – у якості монітору. Таким чином оператор завжди має перед собою зображення яке транслюється безпосередньо із потенційного місця ураження, що дозволяє виконувати підрив виключно за цільової необхідності.

3.3 Матеріальна база

Живлення. У якості акумулятора для живлення прототипу доцільно буде використовувати декілька об'єднаних літій-іонних батарей, у разі необхідності польового ремонту або заміни.

Радіореле. У якості реле-детонатора буде використано дистанційне двоканальне реле KR2202 від виробника Quasipr у пластиковому корпусі. Реле керується пультом дистанційного керування або передавачем на частоті 433 МГц.

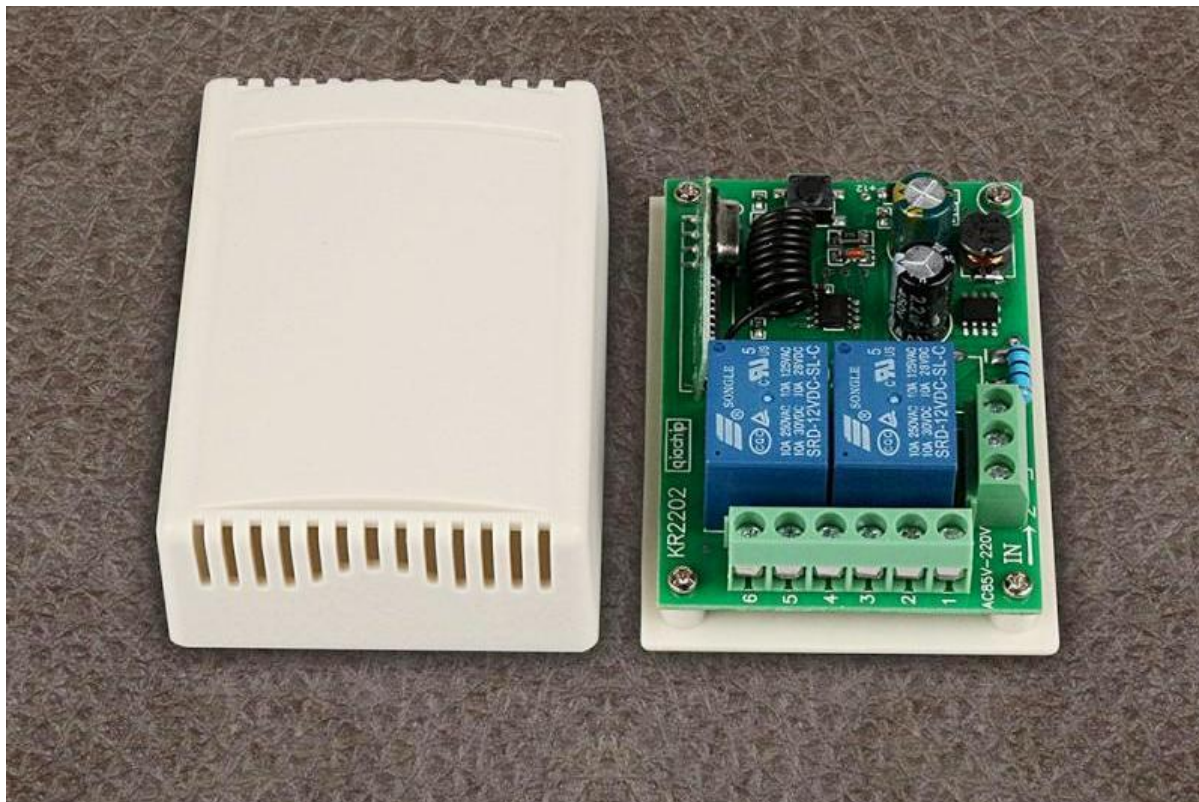


Рисунок 3.2 – Реле Quiachip

Пульт ДК. Для увімкнення і активації пристрою вручну, буде використано звичайний двокноповий пульт дистанційного керування, що здатен передавати сигнал реле на заданій частоті у 433 МГц.

Смартфони. У якості інтерфейсу керування можна використовувати будь-які смартфони присутні на даний момент на ринку.

3.4 Збірка пристрою

Живлення. У якості літій-іонних батарей для акумулятора було використано три батареї на 2000 мА/годин виробника BOSSMAN.

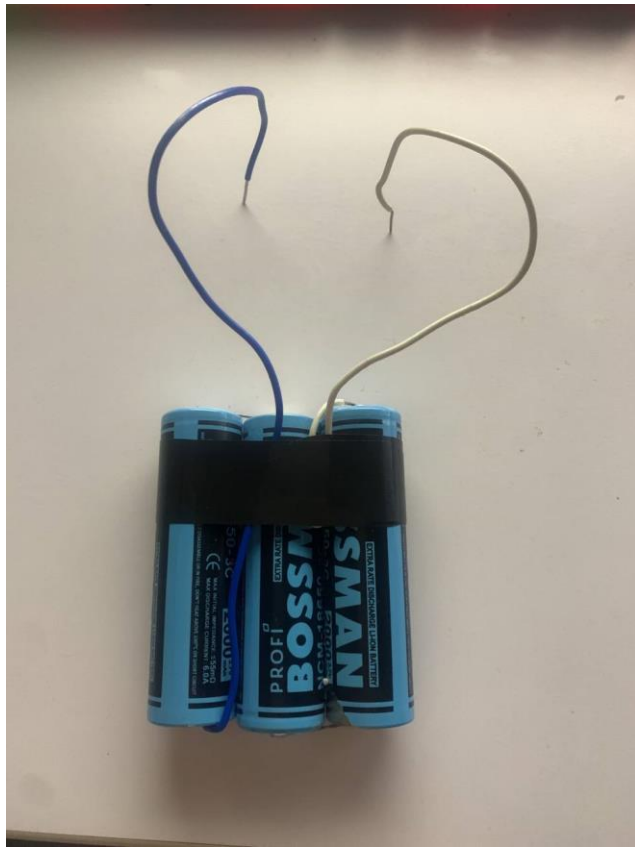


Рисунок 3.3 – Вигляд портативного блоку живлення

Дистанційний вмикач

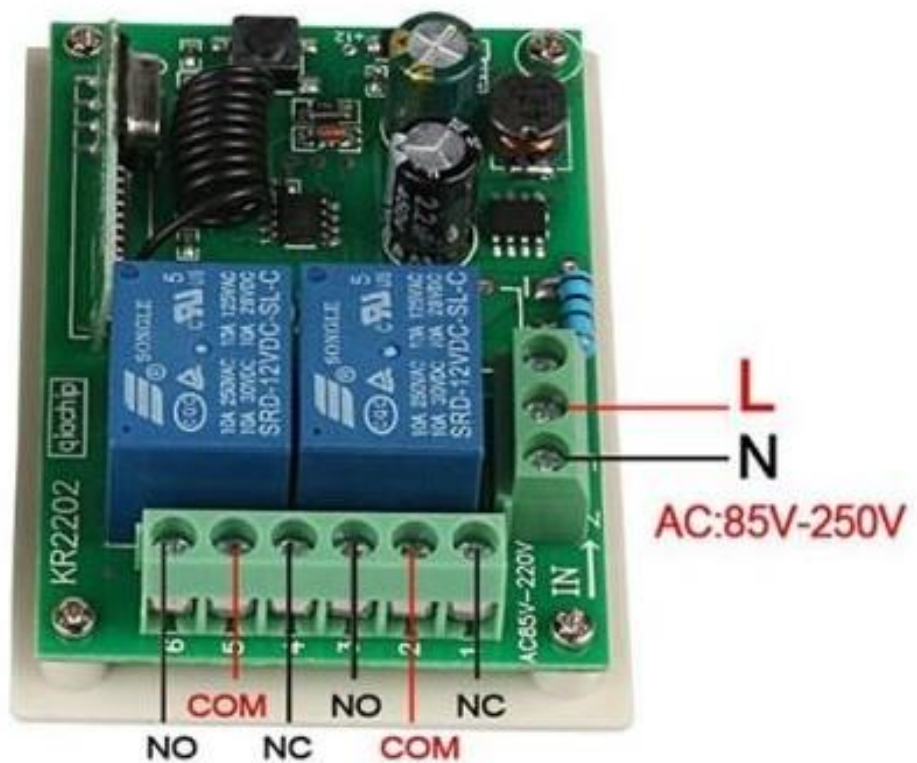


Рисунок 3.4 – Плата радіореле Quachip

Корпус і підключення до фугаса

Корпус. У якості корпусу було використано стандартний пластиковий корпус білого кольору від реле KR2202.



Рисунок 3.5 – Вигляд зібраної системи прототипу

Пульт та підключення до смартфона

До кнопки пульта дистанційного керування було під'єднано фоторезистор для активації за допомогою світлового спалаху.



Рисунок 3.6 – Вигляд пульта дистанційного керування з фоторезистором

Фоторезистор кріпиться на спалах смартфона за допомогою клею або темної ізоляції, щоб уникнути потрапляння стороннього або сонячного проміння.

Детонатор вибухового пристрою має під'єднуватись до лінії виводу реле безпосередньо.

Тестове ввімкнення. Тестове увімкнення у цілях безпеки проводилося без детонуючих пристроїв та було успішним:

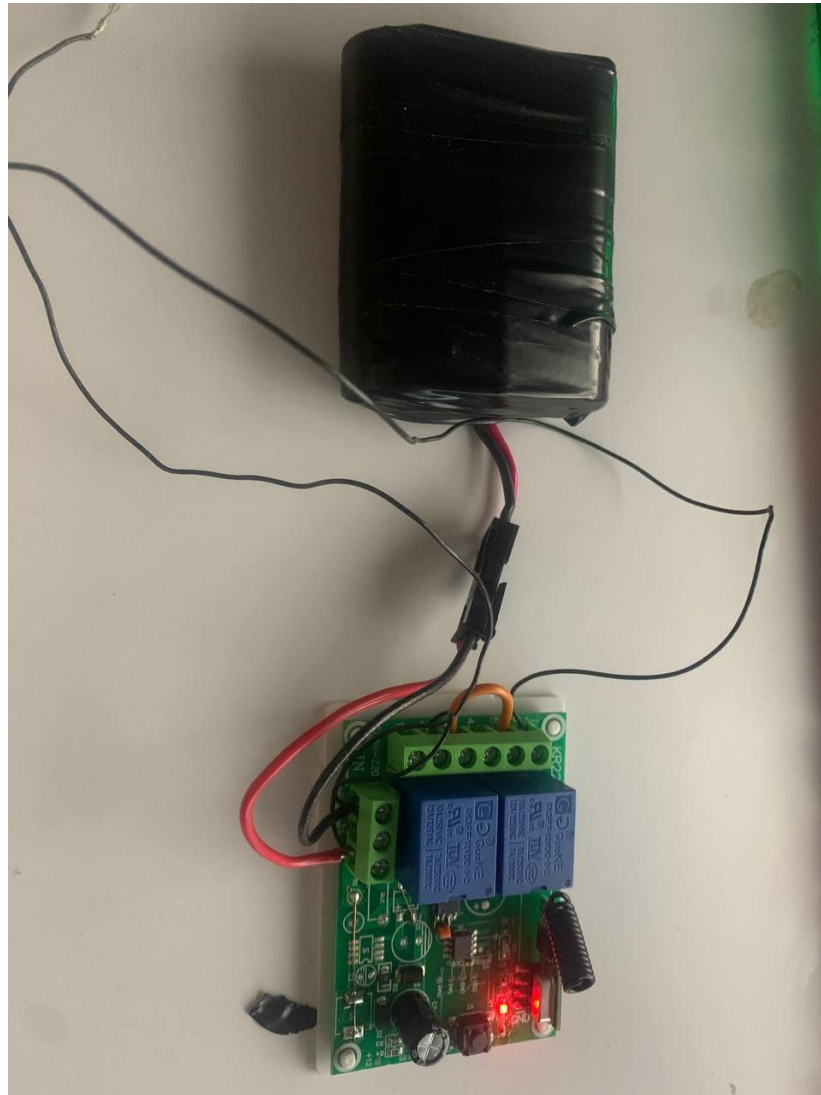


Рисунок 3.7 – Тестове увімкнення реле

Один індикатор означає що система працює і готова приймати сигнал.

Про успішне увімкнення пристрою сповіщають два увімкнені індикатори:

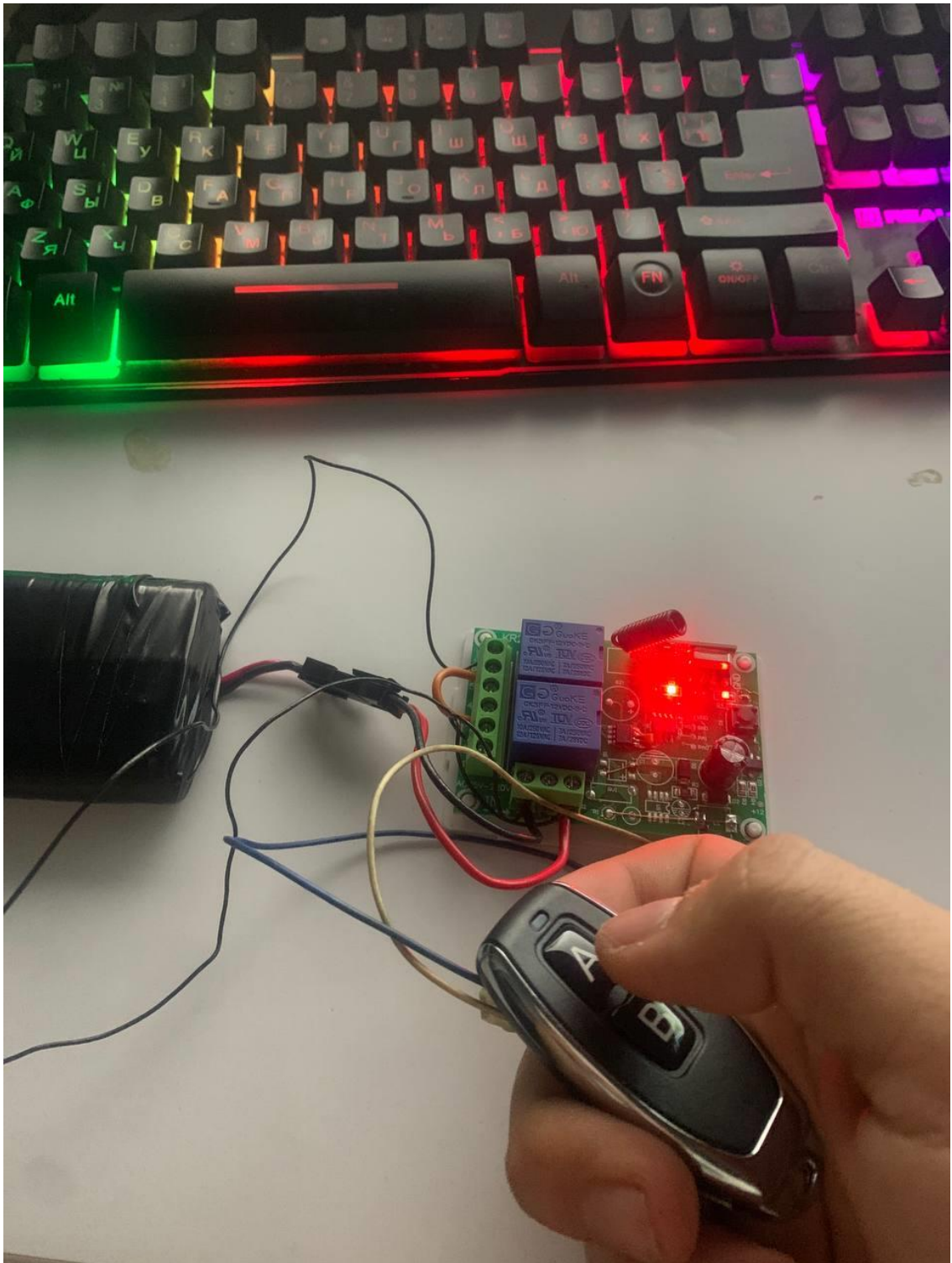


Рисунок 3.8 – Макет пристрою дистанційного підриву

3.5 Результати польових випробувань

У результаті випробувань було виявлено, що пристрій може потенційно спрацювати на відстані до 800 метрів, залежно від напруги живлення акумулятора. Максимальна робоча напруга радіореле – 220В, що забезпечить

максимальну дальність роботи пристрою у приблизно до одного кілометра, за умови відсутності значних перешкод для сигналу, у тому числі систем РЕБ.

Таблиця 3.1 – Результати випробувань

Відстань	Використаний фугас	Підрив	Напруга живлення
100 метрів	ТМ-62М	Відбувся	11,1В
130 метрів	ТМ-72	Відбувся	18,5В
150 метрів	ТМ-89	Відбувся	22,2В
200 метрів	ПТМ-3	Відбувся	37В
220 метрів	ПМН	Відбувся	44,4В

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У ході даної дипломної роботи було проведено аналіз проблематики оборони територій в умовах сучасної війни, та на практиці вироблено актуальний метод точкового мінування за допомогою системи дистанційної активації фугасу. Дана система була випробувана, та безпосередньо використана батальйонами територіальної оборони міста Київ під час оборони міста, що довело її актуальність та необхідність.

ПЕРЕЛІК ДРЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. “ПОСТ-01” 2022 – Режим доступу: https://www.post-01.com.ua/ua/catalog/oborudovanie-i-spets sredstva-dlya-armii-i-politsii/razminirovanie/explosions/ROTHENBUHLER_1678.html
2. 24 канал – режим доступу: https://24tv.ua/yaki-mini-buvayut-yak-yih-vidriznyati-vazhliva-informatsiya-vid_n1929007
3. Барбашин В.В. Основи організації піротехнічних робіт. Навчальний посібник / В.В. Барбашин, О.О. Назаров, В.В. Рютин, І.О. Толкунов ; під ред. В.П. Садкового. – Харків: ВРВД УЦЗУ, 2010. – 353 с. – Режим доступу: https://nuczu.edu.ua/images/menu/it-tehnologii/OOPR_Navchal'nij_posibnik_2010.pdf
4. “Тотальний опір” Ганс Фон Дах
5. “Техніка бою” Ганс Фон Дах
6. Серія мін ТМ-62 – Режим доступу: <https://ppt-online.org/467738>
7. Статут Збройних Сил України – Режим доступу: https://www.ifnmu.edu.ua/images/studentam/pidgotovka_oficeriv_zapasu/statuti_zsu.pdf
8. “Тактична медицина для підрозділів спеціального призначення” Полк “Азов” – Режим доступу: https://shron1.chtyvo.org.ua/Rotchuk_Serhii/Taktychna_medytsyna_dlia_pidrozdiliv_spetsialnoho_pryznachennia.pdf?PHPSESSID=d0j0hvjv98opf3jvtg81o2a4396