

Sposób wykrywania i znakowania niebezpiecznych obiektów i układ do realizacji tego sposobu.

Wynalazek dotyczy techniki wykrywania niebezpiecznych obiektów, w szczególności ładunków wybuchowych oraz improwizowanych ładunków wybuchowych. Wynalazek dotyczy także wykrywania i znakowania innych obiektów mających właściwości magnetyczne, głównie zbudowanych z metali.

Znane są urządzenia do wykrywania rzeczywistych i improwizowanych ładunków wybuchowych wykorzystujące w tym celu indukcje magnetyczną. W znanym stanie techniki, urządzenia te są obsługiwane ręcznie przez operatora, np. saperą. Po wykryciu obiektu spełniającego parametry potencjalnego ładunku wybuchowego, miejsce to jest znakowane fizycznie, np. poprzez wbicie chorągiewki sygnalizacyjnej. W kolejnym etapie miejsca oznaczone takim fizycznym markerem są rozminowywane. Metoda ta ma szereg ograniczeń i wad związanych z dostępnością terenu. Przykładowo nie znajduje zastosowania w terenie bagnistym, górzystym, niedostępnym ze względu na porastającą roślinność oraz zalanie wodą. Ponadto fizyczne markery często ulegają zniszczeniu na skutek upływu czasu lub innych czynników fizycznych.

Znane są także metody i urządzenia do wykrywania ładunków niebezpiecznych z powietrza, np. przy pomocy Bezzałogowych Statków Powietrznych (BSP), wykorzystujące radar. Znane są także metody znakowania takich ładunków przy pomocy fizycznych markerów zrzuconych z powietrza przez BSP. Metody te mają te same ograniczenia dotyczące trwałości oznakowania co konwencjonalne metody wskazane powyżej.

Stosowanie metod i narzędzi ręcznych przy poszukiwaniu materiałów niebezpiecznych i niewybuchów jest obciążone wysokim ryzykiem utraty zdrowia i życia przez członków patroli saperskich. Szczególne zagrożenie stanowi teren zaminowany ładunkami reagującymi na zmianę pola magnetycznego jak również detonowane zdalnie.

W zgłoszeniu EP 3 407 007 A1 system powietrzny do wykrywania, lokalizacji i obrazowania zakopanych obiektów, określany jako „układ monostatyczny”. System

monostatyczny obejmuje: co najmniej jeden moduł powietrzny, który zawiera jednostkę radarową, która emituje i wychwytuje sygnały radarowe kierowane do ziemi i odbijane przez nią, system pozycjonowania i prowadzenia modułu powietrznego oraz jednostkę kontroli powietrznej, która zbiera informacje z jednostki radarowej i pozycjonowania oraz system naprowadzania kontroluje parametry lotu modułu powietrza i wymienia informacje ze stacją naziemną. Stacja naziemna, która zawiera system sterowania lotem modułu powietrznego, jednostkę do przetwarzania sygnałów radarowych odbieranych z jednostki radarowej, która przetwarza sygnały radarowe za pomocą ustawionych algorytmów przetwarzania sygnałów radarowych, oraz aplikacja komputerowa do reprezentacji obrazu podziemnego uzyskanego z radaru uzyskanego z jednostki przetwarzania sygnału radarowego. Komunikacja oznacza wydawanie i odbieranie sygnałów bezprzewodowych między modułem powietrza a stacją naziemną.

Dokument RU2656287C1 ujawnia wykorzystanie pola elektromagnetycznego do wykrywania ładunków wybuchowych, gdzie pole magnetyczne podawane jest odczytywane z wielu Bezzałogowych Statków Powietrznych.

Celem wynalazku jest eliminacja wskazanych wyżej niedogodności. Celem wynalazku jest zapewnienie sposobu i układu urządzeń dla bezpiecznego dla ludzi wykrywania i znakowania niebezpiecznych obiektów, w tym ładunków wybuchowych.

Istotę wynalazku stanowi sposób wykrywania i znakowania niebezpiecznych obiektów przy użyciu bezzałogowego statku powietrznego który zawiera następujące etapy:

- a) wyznaczenie i opracowanie trasy przelotu bezzałogowego statku powietrznego nad danym obszarem,
- b) pomiar indukcji magnetycznej i akwizycja danych pomiarowych badanego obszaru podczas przelotu bezzałogowego statku powietrznego wyposażonego w magnetometr,

- c) przesyłanie w czasie rzeczywistym danych pozyskanych z magnetometru poprzez powietrzny system łączności do naziemnego systemu łączności i do serwera stacjonarnego i/lub do serwera „chmury”,
- d) przeprowadzenie obliczeń przy użyciu oprogramowania na serwerze i/lub na serwerze "chmurzy" i wyznaczenie potencjalnych miejsc posadowienia niebezpiecznych obiektów,
- e) przesłanie zwizualizowanych na mapie danych w postaci wirtualnych markerów koordynat niebezpiecznych obiektów z serwera i/lub serwera "chmury" do urządzenia obrazującego,
- f) neutralizacja jednego lub wielu niebezpiecznych obiektów przez operatora z wykorzystaniem urządzenia obrazującego.

W korzystnym wariantcie sposobu do urządzenia obrazującego przesyła się zwizualizowane dane dodatkowo zawierające co najmniej jedną z następujących informacji: kierunek do najbliższego niebezpiecznego obiektu, najbezpieczniejszą trasę do kolejnego niebezpiecznego obiektu, przybliżone parametry niebezpiecznego obiektu, przybliżoną głębokość posadowienia niebezpiecznego obiektu, wytworzony Numeryczny Model Pokrycia Terenu, mapy 3D, wytworzoną ortofotomapy lub inne wytwory fotogrametryczne, najbezpieczniejsza i/lub najkrótsza droga do punktu startu operatora, odległość w linii prostej do punktu startu operatora, liczba pozostałych do odkrycia i lub niebezpiecznych obiektów i lub ich markery, stan napięcia pakietu zasilającego urządzenia obrazującego.

Istotę rozwiązania według wynalazku stanowi także układ urządzeń do wykrywania i znakowania niebezpiecznych obiektów zawierający bezzałogowy statek powietrzny oraz system łączności z serwerem, w którym bezzałogowy statek powietrzny zawiera magnetometr z układem akwizycji danych połączony z serwerem i/lub poprzez system łączności i przesyłu danych. Serwer stacjonarny i/lub serwer chmury zawiera oprogramowanie przetwarzające pozyskane z magnetometru dane na dane koordynat co najmniej jednego niebezpiecznego obiektu naniesione na wirtualną mapę. Serwer stacjonarny i/lub wirtualny połączony jest systemem łączności i przesyłu danych z urządzeniem obrazującym na którym wyświetlane są koordynaty niebezpiecznego obiektu oraz inne dane terenowe.

Korzystnie bezzałogowy statek powietrzny zawiera układ antykolizyjny z przeszkodami terenowymi i/lub system umożliwiający w czasie lotu automatyczne uwzględnianie rzeźby terenu.

Korzystnie urządzenie obrazujące i/lub system nawigacji satelitarnej bezzałogowego statku powietrznego oraz układ akwizycji danych magnetometru zawiera system czasu rzeczywistego wyznaczania położenia RTK.

Korzystnie bezzałogowy statek powietrzny zawiera co najmniej jedno z następujących urządzeń: aparat fotograficzny, kamerę światła dziennego, kamerę termowizyjną lub kamerę multi- lub hiper-spektralną.

Korzystnie urządzenie obrazujące stanowi tablet, lub smartfon, lub okulary AR.

Zaletą metody i układu urządzeń jest to, że operator, np. saper, korzystając z urządzeń obrazujących jest w stanie z wysoką precyzją za pomocą wirtualnych markerów odszukać miejsca posadowienia obiektów niebezpiecznych, takich jak UXO, nawet w przypadku jeśli neutralizacja następuje po upływie dłuższego czasu od ich wykrycia za pomocą opisywanej metody i układu. Jest to zaleta w stosunku do markerów fizycznych (np. chorągiewek), które na skutek różnych czynników mogą zostać zalane, zasypane, przesunięte, przewrócone lub przesłonięte przez roślinność i stracić możliwość spełniania swojej funkcji. Znamienne zatem dla niniejszego systemu jest stosowanie wirtualnych markerów, w celu zapewnienia ich trwałości w czasie do momentu neutralizacji. Zaletą jest także minimalizacja ryzyka utraty zdrowia lub życia przez członków patrolu saperskiego w trakcie poszukiwań i neutralizacji UXO.

Wynalazek został przedstawiony na rysunku, gdzie:

Fig 1. – ukazuje w sposób schematyczny układ urządzeń do realizacji wynalazku w wersji z serwerem stacjonarnym.

Fig. 2. ukazuje w sposób schematyczny układ urządzeń do realizacji wynalazku w wersji z serwerem „chmury”.

Fig 3. – ukazuje w sposób schematyczny układ urządzeń do realizacji wynalazku w wersji z serwerem stacjonarnym i serwerem „chmury”.

Fig. 4. ukazuje schemat blokowy etapów sposobu według wynalazku.

Na potrzeby opisu wynalazku stosuje się następujące skróty i oznaczenia:

BSP – (j. ang UAV) bezzałogowy statek powietrzny, wyposażony w środki niezbędne do realizacji i sterowania lotem oraz środki łączności z operatorem.

UXO – (j. ang. Unexploded Ordnance) materiały niebezpieczne, bomby i niewybuchy,

IED - (j. ang. Improvised Explosive Device) Improvizowane Ładunki Wybuchowe - improwizowana, prowizoryczna mina lądowa, zakopana w ziemi, wybuchająca pod wpływem nacisku lub przez zdalne odpalenie, wykonana z materiałów zastępczych, jak saperskie materiały wybuchowe, pociski artyleryjskie, bomby lotnicze, głowice torpedowe, granaty, różne niewybuchy lub niewypały itp.

Magnetometr – przyrząd do pomiaru wielkości, kierunku oraz zmian pola magnetycznego. Na potrzeby opisu niniejszego wynalazku tak określany jest magnetometr transduktorowy, w którym pomiar pola magnetycznego odbywa się przy wykorzystaniu zjawiska nasycenia rdzenia magnetycznego, czyli indukcji magnetycznej. Urządzenie to zawiera co najmniej jeden zasilany elektrycznie czujnik indukcji magnetycznej oraz przetwornik zwracający dane z czujnika w sposób możliwy do przetworzenia na sygnał cyfrowy oraz układ akwizycji danych.

Mission Planner – oprogramowanie do planowania i nadzorowania misji BSP zainstalowane w naziemnej stacji kierowania i kontroli BSP. Oprogramowanie to służy przede wszystkim do planowania misji nalotu nad danym obszarem, tj. wprowadzenia koordynatów wierzchołków obszaru, wysokości, kierunków oraz prędkości nalotu. Służy także do bieżącego nadzoru na poprawnością wykonywania misji oraz monitorowania stanu urządzeń pokładowych BSP.

AR (j. ang Augmented Reality) rozszerzona rzeczywistość - system łączący świat rzeczywisty z generowanym komputerowo. W niniejszym opisie oznacza obraz rzeczywisty połączony z generowanymi komputerowo dodatkowymi informacjami pozyskanymi z czujników a dotyczącymi mapy, orientacji w przestrzeni, istniejącymi przeszkodami w tym obiektami niebezpiecznymi znajdującymi się poza zasięgiem wzroku, oraz markerami UXO. Obraz rozszerzonej rzeczywistości jest

prezentowany na przenośnym urządzeniu obrazującym urządzenia elektronicznego takim jak wyświetlacz tabletu, smartfonu, wyświetlacz komputerowy czy okulary z dodatkową projekcją danych AR. Urządzenie obrazujące jest wyposażone w kamerę. Obraz generowany komputerowo jest nakładany na obraz rzeczywisty pobrany przez kamerę urządzenia obrazującego.

Serwer – urządzenie przetwarzające dane w postaci elektronicznej zawierające pamięć, mikroprocesor, oprogramowanie oraz środki łączności. Na potrzeby niniejszego zgłoszenia serwer stacjonarny oznacza specjalne dedykowane urządzenie elektroniczne. Serwer „chmury” oznacza serwer znajdujący się gdziekolwiek, wirtualnie wydzielony na potrzeby świadczenia usług obliczeniowych związanych z niniejszym wynalazkiem, dostępny przy pomocy protokołów internetowych.

Oprogramowanie – oznacza oprogramowanie służące do komunikacji serwera z innymi urządzeniami elektronicznymi oraz dedykowane oprogramowanie służące do przetwarzania danych pozyskanych z czujników, w tym z magnetometru, i innych urządzeń elektronicznych. Oprogramowanie przetwarza dane w celu usunięcia informacji niepotrzebnych (zakłócających), zobrazowania pozyskanych danych m. in. wskazania posadowienia, według standardowych koordynat wykrytego UXO, np. w postaci wirtualnej chorągiewki oraz dodatkowych informacji – m. in. głębokości posadowienia wykrytego UXO. Oprogramowanie służy także przetworzeniu danych pozyskanych z czujników, rejestratorów wizyjnych oraz innych źródeł, np. baz danych w celu zobrazowania na urządzeniu obrazującym.

Wirtualny marker – zobrazowany w sposób graficzny znacznik znajdujący się na wirtualnej mapie. Wirtualny marker może mieć postać chorągiewki lub każdego innego symbolu przydatnego i zrozumiałego dla oznaczania ukrytych obiektów.

MIMO (ang. Multiple Input, Multiple Output) – rozwiązanie zwiększające przepustowość sieci bezprzewodowej polegające na transmisji wieloantenowej zarówno po stronie nadawczej, jak i po stronie odbiorczej.

RTK – (Real Time Kinematic) termin odnosi się do metody fazowych pomiarów satelitarnych, w których pozycja wyznaczona przez odbiornik mobilny poprawiana

jest w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem danych obserwacyjnych wysyłanych ze stacji bazowej.

Sposób wykrywania i znakowania ładunków wybuchowych zawiera następujące etapy (Fig. 2)

- a) Wyznaczenie i opracowanie trasy przelotu BSP 1 nad danym obszarem.
- b) Pomiar indukcji magnetycznej badanego obszaru podczas przelotu BSP 1 wyposażonym w magnetometr. Akwizycja danych pomiarowych.
- c) Przesyłanie w czasie rzeczywistym danych 8 z magnetometru poprzez powietrzny system łączności do naziemnego systemu łączności serwera stacjonarnego 3 i/lub do serwera "chmury" 11.
- d) Przeprowadzenie obliczeń przy użyciu oprogramowania na serwerze 3 i lub serwerze chmury 11 i wyznaczenie potencjalnych miejsc posadowienia UXO 6.
- e) Przesłanie koordynat 9 UXO 6 z serwera 3 lub serwera "chmury" 11 do urządzenia obrazującego 4 w postaci wirtualnych markerów 7.
- f) Neutralizacja UXO 6 z wykorzystaniem urządzenia obrazującego 4.

Sposób polega na opracowaniu trasy przelotu bezzałogowego statku powietrznego 1 (dalej określanego jako BSP) nad danym obszarem, następnie w celu precyzyjnego wskazania miejsca posadowienia niebezpiecznych obiektów 6 (dalej określanych UXO) wykonuje się nad wskazanym obszarem nalot BSP 1 z przymocowanym do niego magnetometrem 2. Do planowania misji – obszaru nalotu, wysokości, prędkości oraz zdefiniowania kierunków lotu służy oprogramowanie typu Mission Planner, właściwe dla danego BSP. Koordynaty nalotu zostają przesłane do systemu sterowania lotem BSP. Nalot w celu uzyskania wysokiej precyzji przeprowadza się na niewielkiej wysokości do 2m z prędkością postępową nie większą niż 1.5 m/s. Następnie dokonuje się pomiarów magnetometrycznych. W czasie jednego nalotu platformą o czasie lotu ok. 50 minut system umożliwia zobrazowanie posadowienia UXO na obszarze ok. 2500m². Po starcie BSP 1 i rozpoczęciu pomiarów, w trakcie trwania lotu dane 8 zbierane przez układ akwizycji magnetometru 2 przekazywane są w czasie rzeczywistym, za pośrednictwem systemu łączności do serwera 3, stanowiącego urządzenie z zainstalowanym oprogramowaniem do przetwarzania danych. Następnie dane są przetwarzane na serwerze 3 i/lub 11. Dane pozyskane z

magnetometru **2** mogą być przetwarzane wyłącznie na serwerze **3** stacjonarnym znajdującym się na lub w pobliżu obszaru pomiarów (Fig. 1). Dane te mogą także przy pomocy sieci łączności, np. 5G trafić bezpośrednio na serwer chmury **11** (Fig. 2). Jeżeli wymagana jest duża moc obliczeniowa serwer stacjonarny **3** komunikuje się z serwerem chmury **11**, który ma większą moc obliczeniową (Fig. 3). Następnie dane **9** w postaci wizualizacji wyników pomiarów przesyłane są do urządzenia obrazującego **4** w postaci okularów AR lub tabletu lub smartfonu będącego na wyposażeniu operatora **5**. Dane **9** do urządzenia obrazującego **4** mogą być przesyłane z serwera naziemnego **3** lub bezpośrednio z serwera „chmury” **11** znanymi środkami telekomunikacji lub dedykowanymi środkami przesyłu danych. Wizualizacja przetworzonych wyników pomiarów może być wyświetlana na jednym lub wielu urządzeniach obrazujących **4**. Może być także przesyłana do innych serwerów i do serwera „chmury” **11**, gdzie następuje trwała archiwizacja tych informacji. Na urządzeniu obrazującym **4** w wyniku dokonanych pomiarów oraz korzystnie w wyniku rejestracji obrazu oraz po ich przetworzeniu przez oprogramowanie serwera **3** i/ lub **11** oprócz faktycznych miejsc posadowienia UXO **6** w postaci wirtualnej chorągiewki **7** mogą być prezentowane informacje dotyczące: kierunku do najbliższego UXO, najbezpieczniejszej trasy do kolejnego UXO, przybliżonych parametrów UXO, przybliżonej głębokości posadowienia UXO pod powierzchnią **10**, wytworzonego Numerycznego Modelu Pokrycia Terenu, mapy 3D, wytworzonej ortofotomapy (np. w postaci ekranu PIP – Picture-In-Picture) lub innych wytworów fotogrametrycznych, najbezpieczniejszej i/lub najkrótszej drogi do punktu startu, odległości w linii prostej do punktu startu, liczby pozostałych do odkrycia i lub neutralizacji UXO, stanu napięcia pakietu zasilającego, Informacje te mogą wystąpić łącznie lub wybiórczo, w zależności od potrzeb i konfiguracji urządzeń. Lista ta jest przykładowa i może zostać uzupełniona o inne prezentowane dane.

W następnym kroku operator **5** np. saper wyposażony w urządzenie obrazujące **4** w oparciu o dane **9** odnajduje UXO **6** i dokonuje jego neutralizacji. Dodatkowe informacje wyświetlone na urządzeniu obrazującym **4** pozwalają jego operatorowi **5** wybrać optymalną i bezpieczną drogę do i z UXO oraz na omijanie innych fizycznych przeszkód.

Układ urządzeń (Fig. 1) do wykrywania i znakowania niebezpiecznych obiektów **6** (dalej zwanych UXO) zawiera bezzałogowy statek powietrzny **1** (dalej zwany BSP) wyposażony dodatkowo w magnetometr **2** oraz system łączności obejmujący powietrzny system łączności BSP i/lub dodatkowy system łączności magnetometru oraz naziemny system łączności. Układ obejmuje także serwer **3** naziemny zawierający oprogramowanie do przetwarzania danych pozyskanych z układu akwizycji magnetometru oraz do wizualizacji wyników pomiarów. Serwer połączony jest z naziemną częścią systemu łączności. System łączności obsługuje przesyłanie danych **8** pomiędzy BSP **1** a serwerem **3**. Układ zawiera także urządzenie obrazujące **4**. W różnych wariantach może to być każde przenośne urządzenie elektroniczne zawierające wyświetlacz, kamerę, układ nawigacji satelitarnej i inercyjnej, przykładowo takie jak tablet, okulary AR, smartfon. Urządzenie obrazujące **4** połączone jest z serwerem poprzez system łączności. Urządzenie obrazujące **4** może być połączone z serwerem chmury **11** w celu archiwizacji danych. System łączności obsługuje przesyłanie danych **9** pomiędzy serwerem **3** a urządzeniem obrazującym **4**.

W innej wersji (Fig. 2) w skład układu, zamiast serwera stacjonarnego może wchodzić także serwer chmury **11** połączony z siecią telekomunikacyjną. Wówczas powietrzne środki łączności BSP **1** łączą się z siecią telekomunikacyjną, np. przy wykorzystaniu technologii 5G i następnie przy pomocy tej sieci ze środkami łączności serwera chmury **11**. System łączności obsługuje przesyłanie danych **8** i **9** siecią telekomunikacyjną pomiędzy urządzeniami BSP **1**, serwerem **11** i urządzeniem obrazującym **4**.

W innej wersji (Fig.3) układ zawiera zarówno serwer stacjonarny **3** jak i serwer chmury **11**. Serwer stacjonarny **3** jest połączony poprzez środki łączności naziemnej ze środkami łączności powietrznej BSP **1**. Serwer **3** jest także połączony poprzez sieć telekomunikacyjną z serwerem chmury **11**, który ma większą moc obliczeniową oraz pojemność pamięci dla archiwizacji danych. System łączności obsługuje przesyłanie danych **8** i **9** siecią telekomunikacyjną lub innymi środkami łączności pomiędzy urządzeniami BSP **1**, serwerami **3** i **11** i urządzeniem obrazującym **4**.

Korzystne jest wyposażenie BSP **1**, będącego nośnikiem magnetometru, w układ antykolizyjny z przeszkodami terenowymi takimi jak drzewa, krzewy, słupy.

Korzystne jest także wyposażenie BSP 1 w system umożliwiający w czasie lotu automatyczne uwzględnianie rzeźby terenu, w celu zachowania stałej, zaprogramowanej wysokości lotu. Korzystne jest także wyposażenie BSP 1 w aparat fotograficzny, kamerę światła dziennego, kamerę termowizyjną lub kamerę multi- lub hiper-spektralną w celu stworzenia w trakcie nalotu materiału niezbędnego do wytworzenia ortofotoplanu w interesujących dla odbiorcy zakresach długości fal świetlnych lub numerycznego modelu pokrycia terenu w skrócie NMPT, modelu 3D, które mogą także zostać wykorzystane w procesie wizualizacji miejsca posadowienia UXO 6. Utworzone w ten sposób produkty fotogrametryczne są także przesyłane do serwera „chmury” celem ich archiwizacji.

Korzystne jest wyposażenie systemu nawigacji satelitarnej BSP oraz układu akwizycji danych magnetometru w system czasu rzeczywistego wyznaczania położenia określanego jako RTK - Real Time Kinematic. System taki zwiększa precyzję wyznaczania miejsc UXO lub IED, w oparciu o lokalną lub własną bazę georeferencyjną lub w oparciu o bazy zewnętrzne.

Korzystne jest wyposażenie urządzenia obrazującego 4 w system czasu rzeczywistego wyznaczania położenia określanego jako RTK - Real Time Kinematic.

Magnetometr 2 może przykładowo stanowić samodzielny zestaw przystosowany do podłączenia pod BSP 1 i może zawierać jeden lub wiele trzy osiowych transduktorowych czujników indukcji magnetycznej. Korzystnie zestaw zawiera cztery czujniki połączone równolegle zasadniczo w linii poziomej i jest zabezpieczony szczelną obudową, odporną na wilgoć oraz wahania temperatury. Obudowa ma mocowanie przystosowane do połączenia z BSP. Przykładowe wymiary obudowy to 1500x30 mm, waga ok. 1,5 kg. Magnetometr 1 może pracować w zakresie od -20°C do + 50°C, w zakresie mierzonego pola magnetycznego +/- 75 000 nT z częstotliwością próbkowania 200 Hz. Zestaw magnetometru 1 zawiera oprogramowanie do akwizycji danych z czujników, nośnik danych, zintegrowany system zasilania akumulatorami oraz system łączności np. oparty o WLAN Bridge o zasięgu ok. 500m. Zestaw może zawierać także moduł GPS. Układ akwizycji i zapisu danych rejestruje dane podczas lotu w trybie ciągłym.

W innym przykładzie system łączności powietrznej znajduje się w BSP 1 i standardowo realizuje transmisję danych sterujących, wizyjnych, telemetrycznych pomiędzy BSP 1 a stacją kontroli oraz dodatkowo z magnetometru do systemu łączności serwera 3. Przykładowo system łączności pracuje w zakresie 2,4 GHz w systemie 2x2 MIMO. W takiej konfiguracji zasięg łączności wynosi ok 20 km dla nieprzysłoniętych stref Fresnela. System łączności może zawierać system automatycznej regulacji który analizuje sygnały i dobiera szerokość pasma na podstawie zebranych danych oraz zaimplementowane algorytmy dla zmniejszenia przepustowości pasma (maksymalnie 150 Mbps) na rzecz zasięgu. System łączności korzystnie może zawierać algorytmy szyfrowania, np. SSL lub TLS.

W innym przykładzie system łączności powietrznej zawiera urządzenia łączące się z siecią telekomunikacyjną, np. w technologii 5G.

Układ BSP 1 z magnetometrem nie jest wrażliwy na zakłócenia pochodzące ze śmigieł BSP lub na zakłócenia pochodzące z publicznej sieci, gdyż wykrywane obiekty charakteryzują się niższą częstotliwością drgań – poniżej 20 Hz, i w związku z tym, wszelkie zakłócenia powyżej tej wartości mogą zostać odfiltrowane przez układ elektroniczny lub poprzez oprogramowanie.

Wynalazek znajduje zastosowanie w przemyśle wojskowym i obronnym dla rozminowywania niebezpiecznych obszarów. Wynalazek znajduje także zastosowanie dla badań geofizycznych i archeologicznych.