

(19)



URZĄD  
PATENTOWY  
RZECZYPOSPOLITEJ  
POLSKIEJ

(10) **PL 244467 B1**

(12)

## Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **431425**

(22) Data zgłoszenia: **2019.10.09**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2021.04.19 BUP 08/2021**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2024.01.29 WUP 05/2024**

(51) MKP:

**B64C 25/56** (2006.01)

**B64U 70/83** (2023.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**ADAPTRONICA SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ  
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Łomianki, PL  
INSTYTUT PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW  
TECHNIKI POLSKIEJ AKADEMII NAUK,  
Warszawa, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**RAMI FARAJ, Warszawa, PL  
JAN HOLNICKI-SZULC, Warszawa, PL  
TOMASZ MARCIN KOWALSKI, Warszawa, PL  
ZBIGNIEW WOŁEJSZA, Warszawa, PL  
GRZEGORZ MIKUŁOWSKI, Warszawa, PL  
PIOTR PAWŁOWSKI, Warszawa, PL  
KRZYSZTOF HINC, Jabłonna, PL  
CEZARY GRACZYKOWSKI, Warszawa, PL**

(74) Pełnomocnik:

**rzecz. pat. Anna Grzelak, Warszawa, PL**

(54) Tytuł:

**Adaptacyjne urządzenie awaryjnego lądowania obiektu, zwłaszcza dla bezzałogowego  
statku powietrznego**

**PL 244467 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest adaptacyjne urządzenie awaryjnego lądowania obiektu, zwłaszcza dla bezałogowego statku powietrznego, które może być wykorzystane także do ochrony załogowych statków powietrznych oraz innych obiektów.

Mimo nowoczesnych systemów zabezpieczeń, awarie i wypadki lotnicze mogą wiązać się ze skutkami śmiertelnymi. Dlatego dalsza poprawa niezawodności systemów statku powietrznego oraz dodatkowych systemów bezpieczeństwa stanowi niezmiennie istotny problem techniczny i jest przedmiotem intensywnych badań naukowych.

Z rosyjskiego dokumentu **RU2089453 C1** znany jest system do awaryjnego lądowania statków powietrznych na wodzie zawierający nadmuchiwane pływaki i akumulatory ciśnieniowe. Przy czym, ujawnione pływaki przymocowane są do akumulatorów ciśnieniowych, które są zamontowane na pokładzie statku powietrznego z możliwością obrotu wokół jego osi wzdłużnej.

Z dokumentu **RU2123454 C1** znany jest moduł awaryjnego lądowania statku powietrznego, zawierający nadmuchiwany pływak umiejscowiony na akumulatorze ciśnieniowym zamontowanym na wspornikach statku powietrznego z możliwością obrotu wokół jego osi wzdłużnej. W celu zapewnienia rotacji płwaka w stronę powierzchni statku powietrznego, ujawniony moduł jest wyposażony w ogranicznik obrotu akumulatora ciśnieniowego w postaci koła zapadkowego oddziałującego z zapadką przymocowaną do wspornika statku powietrznego.

Loty bezałogowych statków powietrznych (z ang. unmanned aerial vehicle, UAV) odbywają się na stosunkowo niewielkich wysokościach względnych, najczęściej poza strefami kontrolowanymi lotnisk. Ze względu na duże ryzyko kolizji z różnego rodzaju obiektami oraz pojawiające się podczas lotu awarie niezbędne jest zapewnienie ochrony konstrukcji statku powietrznego oraz ładunku i wyposażenia przez niego niesionego.

Ze stanu techniki znane są różne typy zabezpieczeń przeciwkolizyjnych oraz środków łagodzących upadek bezałogowych statków powietrznych.

Z dokumentu **LV15183 A** znany jest system awaryjnego lądowania bezałogowych statków powietrznych umożliwiający im lądowanie na wodzie, który składa się z trzech nadmuchiwanych urządzeń buforowych zainstalowanych i zamkniętych lukami w przedziałach kadłuba statku powietrznego. Przy czym, wspomniane urządzenia buforowe są połączone rurkami z zaworem elektromagnetycznym podłączonym do mikrobalonu wypełnionego powietrzem pod ciśnieniem. W przypadku wypadku po odebraniu sygnału z układu statku powietrznego, moduł sterujący otwiera elektrozawór i pokrywy wlotu urządzenia, a urządzenia buforowe wypełniają się powietrzem, co łagodzi skutki lądowania na wodzie i poprawia pływalność.

Z dokumentu **PL218866 B1** znane jest urządzenie kompensujące skutki gwałtownych przyziemień bezałogowych aparatów latających, charakteryzujące się tym, że stanowi go kilkunastojowa sprężyna mająca jedno ramię w strefie krańcowej wygięte ku górze o wielkość „d” i zakończone łukowym wygięciem osadzone w łukowym wpuszcisku mocowanej do aparatu latającego, zaś z drugiej strony drugie ramię mające krańcowe wygięcie, przy czym kąt  $\alpha$  między ramionami wynosi od 30 do 80° lub od 100 do 160°.

Z dokumentu **KR101558178 B1** znane jest urządzenie oparte na zestawie poduszek powietrznych, chroniące zarówno bezałogowy statek powietrzny jak i zamontowany u jego spodu system rejestracji obrazu. Zestaw poduszek powietrznych obejmuje kilka modułów rozkładających się w przypadku awarii odpowiednio do dołu pod statkiem powietrznym, z boku oraz nad statkiem powietrznym. Ponadto, urządzenie zawiera moduł do wykrywania spadku, korzystnie skonfigurowany jako czujnik przyspieszenia do pomiaru przyspieszenia wspomnianego statku powietrznego.

Z dokumentu **JP2018127070 A** znane jest urządzenie z poduszką powietrzną dla statku powietrznego przeznaczone do łagodzenia uderzenia podczas jego upadku, przy czym połączona ze statkiem powietrznym poduszka powietrzna posiada co najmniej jeden otwór, z którym połączony jest co najmniej jeden wentylator do dostarczania powietrza zewnętrznego do wspomnianej poduszki. Ujawnione urządzenie charakteryzuje się tym, że system napełniania poduszki powietrznej zostaje zasilony podczas spadania statku powietrznego. Korzystnie źródło zasilania urządzenia jest niezależne od źródła zasilania statku powietrznego, np. dodatkowa bateria. Korzystnie ujawnione urządzenie dodatkowo zawiera jedną lub więcej rur ssących doprowadzających powietrze z zewnątrz do poduszki powietrznej. Korzystnie w poduszce znajduje się jeden lub więcej otworów upustowych. Ponadto, urządzenie zawiera rozciągliwy element nośny, którego oba końce są odpowiednio połączone z wnętrzem poduszki powietrznej. Przy

czym, wspomniany element nośny w stanie początkowym jest złożony, a jego rozłożenie skutkuje rozłożeniem poduszki powietrznej w czasie opadania statku powietrznego. Korzystnie urządzenie zawiera dodatkowo element utrzymujący kształt co najmniej części poduszki powietrznej po jej napełnieniu. Korzystnie urządzenie dodatkowo zawiera generator gazu.

Dostępne na obecnym rynku rozwiązania zwiększają poziom bezpieczeństwa, jednak nie gwarantują pełnej skuteczności bezpiecznego przyziemienia statku powietrznego w sytuacji awaryjnej. Celem przedmiotowego wynalazku jest zapewnienie środków umożliwiających stabilne lądowanie bezzałogowych statków powietrznych przy jednoczesnej ochronie ich konstrukcji i wyposażenia. Należy podkreślić fakt, że przedstawiony w niniejszym zgłoszeniu wynalazek może być wykorzystany także do ochrony załogowych statków powietrznych oraz innych obiektów.

Istotą wynalazku jest adaptacyjne urządzenie awaryjnego lądowania obiektu, zwłaszcza dla bezzałogowego statku powietrznego, zawierające poduszkę powietrzną z co najmniej jednym naciętym wstępnie otworem, moduł napełniania poduszki powietrznej zawierający co najmniej jeden napęd wentylatorowy, moduł aktywacji upustu gazu, moduł detekcji awarii, źródło zasilania, oraz moduł wykrywania bliskości podłoża charakteryzujące się tym, że zawiera ładunek pirotechniczny wraz z zapalnikiem umieszczone na powłoce poduszki w obrębie wstępnie naciętego otworu upustowego połączone z modułem zapalnikowym; zawiera mechaniczne stabilizatory orientacji przestrzennej obiektu umiejscowione ponad poduszką, rozkładane na zewnątrz obiektu w płaszczyźnie poziomej lub pod kątem do płaszczyzny poziomej podczas procesu awaryjnego lądowania.

Korzystnie mechaniczne stabilizatory mają postać zwijanego rulonu, harmonijki lub inną postać umożliwiającą kompaktowe złożenie i szybkie rozłożenie stabilizatorów.

Korzystnie urządzenie posiada źródło zasilania niezależne od zasilania obiektu.

Korzystnie poduszka powietrzna ma kształt w przekroju poziomym rozety o liczbie ramion równej liczbie ramion obiektu.

Korzystnie moduł detekcji awarii obiektu składa się z co najmniej jednego akcelerometru i/lub co najmniej jednego żyroskopu i/lub posiada co najmniej jeden wysokościomierz.

Korzystnie moduł napełniania poduszki powietrznej składa się z co najmniej jednego napędu wentylatorowego, w którego skład wchodzi wirnik zasilany wysokoobrotowym silnikiem elektrycznym.

Korzystnie moduł zapalnikowy stanowi urządzenie wybrane z grupy obejmującej moduł tranzystorowy, moduł przekaźnikowy, mechaniczny przełącznik grawitacyjny lub moduł oparty na diodzie półprzewodnikowej.

Korzystnie moduł wykrywania bliskości podłoża zawiera co najmniej jeden z następujących czujników: czujnik do bezkontaktowego pomiaru odległości względnej, czujnik bezpośredniego dotyku.

Korzystnie czujnik bezkontaktowego pomiaru odległości względnej stanowi urządzenie wybrane z grupy obejmującej dalmierz odbiciowy w szczególności, czujnik ultradźwiękowy, czujnik optyczny laserowy lub podczerwony, czujnik radarowy.

Korzystnie czujnik bezpośredniego dotyku stanowi piezo-elektryczny czujnik odkształcenia lub mechaniczny czujnik kontaktu z podłożem.

Korzystnie moduł wykrywania bliskości podłoża umieszczony jest na wysięgniku.

Korzystnie wysięgnik stanowi wypuszczana linka, rozwijany drut, lub rozkładany pręt teleskopowy lub rozkładana teleskopowo rura.

Korzystnie adaptacyjne urządzenie zawiera co najmniej jeden z następujących modułów: moduł wykrywania rodzaju podłoża, moduł komunikacji radiowej.

Przedmiotowy wynalazek dostarcza następujących korzyści:

- stabilne przyziemienie bezzałogowego statku powietrznego w odpowiedniej orientacji przestrzennej po zaistnieniu sytuacji awaryjnej,
- efektywne złagodzenie skutków uderzenia towarzyszącego przyziemieniu po awarii,
- adaptacja do warunków uderzenia poprzez aktywację pełnego upustu przez wybraną liczbę otworów upustowych na podstawie predykcji warunków uderzenia.

Przedmiotowy wynalazek przedstawiono na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie statek powietrzny wraz z urządzeniem awaryjnego lądowania 2, fig. 2 i 3 przedstawiają główne elementy urządzenia awaryjnego lądowania przed wykryciem awarii statku powietrznego dla dwóch przykładowych wariantów stabilizatorów mechanicznych, fig. 4 przedstawia główne elementy urządzenia awaryjnego lądowania po wykryciu awarii statku powietrznego i rozłożeniu mechanicznych stabilizatorów oraz nadmuchaniu poduszki powietrznej 4, fig. 5 przedstawia główne elementy urządzenia

awaryjnego lądowania po wykryciu bliskości podłoża i przepaleniu środkowej części otworów upustowych, fig. 6 przedstawia schematycznie statek powietrzny wraz z urządzeniem awaryjnego lądowania dla przykładu użycia wynalazku do ochrony samolotu.

#### Przykład 1

Zastosowanie urządzenia według wynalazku w dronie (fig. 1)

Istota wynalazku polega na tym, że obiekt chroniony 1, w szczególności bezzałogowy statek powietrzny, wyposaża się w adaptacyjne urządzenie awaryjnego lądowania 2, w którego skład wchodzi: moduł detekcji awarii 3, poduszka powietrzna 4, moduł napełniania 5 poduszki powietrznej 4, moduł aktywacji upustu gazu 6, mechaniczne stabilizatory 7 orientacji przestrzennej obiektu 1 oraz moduł wykrywania bliskości podłoża 8. Stabilizatory 7 orientacji przestrzennej obiektu 1 są rozkładalne. Przykładowo, mogą mieć postać zwijanego rulonu (fig. 2), harmonijki (fig. 3) lub inną postać umożliwiającą kompaktowe złożenie i szybkie rozłożenie stabilizatorów 7. Ponadto, adaptacyjne urządzenie 2 posiada źródło zasilania 9, które jest niezależne od zasilania obiektu 1. Opcjonalnie adaptacyjne urządzenie 2 może zostać wyposażone w moduł wykrywania rodzaju podłoża 24. Moduł wykrywania rodzaju podłoża 24 oparty jest w szczególności na czujnikach odbiciowych i/lub module przetwarzania obrazu analizującym obraz z kamery/kamer (np. termowizyjnych).

Moduł detekcji awarii 3 obiektu 1 oparty jest na czujnikach inercyjnych, korzystnie na co najmniej jednym akcelerometrze 10 i/lub co najmniej jednym żyroskopie 11 i/lub wysokościomierzu 12.

Jako wysokościomierz 12 można zastosować czujnik barometryczny, i/lub czujnik laserowy – lidar. Ponadto, moduł detekcji awarii 3 jest połączony z obiektem 1 poprzez interfejs komunikacyjny 13. W przypadku przekroczenia ustalonego progu przyspieszenia liniowego na kierunku pionowym, prędkości kątownej lub przyspieszenia kątownego na dowolnym kierunku, moduł detekcji awarii 3 wysyła sygnał nakazujący wyłączenie zasilania napędów obiektu 1, co skutkuje swobodnym spadkiem obiektu 1.

Wyłączenie zasilania chronionego obiektu 1 stanowi korzystny przykład wykonania, ale w innych wariantach wykonania dopuszczalne jest również nie wyłączenie zasilania chronionego obiektu 1.

Następnie, mechaniczne stabilizatory 7 zostają rozłożone, a poduszka powietrzna 4 zostaje napełniona przy wykorzystaniu modułu napełniania 5. Moduł napełniania 5 poduszki powietrznej 4 składa się z co najmniej jednego napędu wentylatorowego 14, w którego skład wchodzi wirnik 15 zasilany wysokoobrotowym, bezszczotkowym silnikiem elektrycznym 16. Poduszka powietrzna 4 ma kształt w przekroju poziomym rozety o liczbie ramion odpowiadającej liczbie ramion drona. W zależności od rodzaju drona i jego liczby ramion poduszka przybiera kształt dopasowany do struktury drona. Poduszka powietrzna 4, posiada co najmniej jeden nacięty otwór 17 upustowy, którego środkowa część nie jest przecięta. Korzystnie, otworów upustowych 17 jest co najmniej dwa, co pozwala na dostosowanie upustu gazu do różnych warunków uderzenia. Otwory 17 upustowe umiejscowione są na powierzchni bocznej poduszki powietrznej 4 (fig. 4). Na środkowej części wstępnie naciętych otworów 17 upustowych znajduje się mały ładunek pirotechniczny 18 wraz z zapalnikiem 19. Elementy 17, 18 i 19 wraz z modułem zapalnikowym 20 stanowią moduł aktywacji upustu gazu 6.

Przy czym, przykładowo jako moduł zapalnikowy 20 może zostać użyty moduł tranzystorowy 20a, moduł przekaźnikowy 20b, mechaniczny przełącznik grawitacyjny 20c lub moduł oparty na diodzie półprzewodnikowej 20d.

Moduł wykrywania bliskości podłoża 8 może być modułem zdublowanym i może zawierać dwa typy czujników: pierwszy służący do bezkontaktowego pomiaru odległości względnej 21 (dalmierz odbiciowy np. czujnik ultradźwiękowy 21a, podczerwony czujnik odbiciowy 21b, laserowy czujnik odbiciowy 21c, odbiciowy czujnik radarowy 21d), drugi oparty na czujniku bezpośredniego dotyku 22 (np. piezo-elektryczny czujnik odkształcenia 22a, mechaniczny czujnik kontaktu 22b) umieszczony na wysięgniku 23. Przykładowo wysięgnik może występować np. w postaci wypuszczanej linki 23a, rozwijanego drutu 23b, rozkładanego pręta teleskopowego 23c, rozkładanej teleskopowo rury 23d.

Pierwszy czujnik 21 po uzyskaniu pomiaru wysokości względem podłoża w ustalonym zakresie wysyła sygnał sterujący do modułu zapalnikowego 20, skutkując tym samym przepaleniem nienaciętej centralnej części otworów upustowych 17 i w rezultacie aktywacją pełnego upustu powietrza przez otwory 17 (fig. 5), przy czym wybór liczby przepalonych otworów następuje na podstawie danych z modułu detekcji awarii 3, który rejestruje wysokość, na której nastąpiła awaria. Niezależnie drugi czujnik 22 bezpośredniego dotyku po zetknięciu z podłożem wysyła również sygnał sterujący do modułu zapalni-

kowego 20. Czujniki 21 i 22 są niezależne w celu zapewnienia tzw. redundancji. W przypadku niezadziałania jednego z czujników, ich zdwojenie zwiększa prawdopodobieństwo poprawnej detekcji bliskości ziemi i inicjację aktywacji pełnego upustu gazu tuż nad podłożem.

Korzystnie urządzenie 2 posiada dodatkowo moduł komunikacji radiowej 25, który pozwala na niezależną aktywację urządzenia 2 przez operatora obiektu chronionego 1. W tym przypadku, sygnał wysłany przez operatora zastępuje sygnał wystawiany przez moduł detekcji awarii 3. Korzystnie moduł komunikacji radiowej 25 jest niezależny od modułu komunikacji radiowej obiektu 1, a więc pozwala na aktywację urządzenia awaryjnego lądowania 2, np. gdy komunikacja z obiektem 1 nie działa.

#### Przykład 2

Zastosowanie urządzenia według wynalazku w samolocie

W przypadku, gdy obiektem chronionym 1 jest samolot (bezzałogowy lub załogowy) (fig. 6), adaptacyjne urządzenie awaryjnego lądowania 2, jak i sposób jego działania pozostają analogiczne do przykładu pierwszego z tym, że nie wykorzystuje się stabilizatorów 7 (urządzenie 2 nie jest w nie wyposażane, opcjonalnie zaś obiekt chroniony 1 jest wyposażony w spadochron co nie jest jednak przedmiotem niniejszego opisu patentowego). Sekwencja działania kolejnych modułów urządzenia 2 nie ulega zmianie. Ponadto, nadal możliwa jest zdalna aktywacja urządzenia 2 przy użyciu modułu komunikacji radiowej 25, z tym, że dodatkowo pilot obiektu chronionego 1 (tj. w przypadku samolotu, śmigłowca lub innego załogowego statku powietrznego) może aktywować urządzenie 2 (np. poprzez wciśnięcie przycisku, zmianę położenia suwaka, przełączenie dźwigni, itp.).

Przykłady wykonania adaptacyjnego urządzenia awaryjnego lądowania obiektu, zwłaszcza dla bezzałogowego statku powietrznego, zostały podane jedynie w charakterze nieograniczających wskazań dotyczących wynalazku i nie mogą w żaden sposób ograniczać zakresu ochrony, który jest określony przez zastrzeżenia patentowe.

## Zastrzeżenia patentowe

1. Adaptacyjne urządzenie awaryjnego lądowania obiektu, zwłaszcza dla bezzałogowego statku powietrznego, zawierające poduszkę powietrzną z co najmniej jednym naciętym wstępnie otworem, moduł napełniania poduszki powietrznej zawierający co najmniej jeden napęd wentylatorowy, moduł aktywacji upustu gazu, moduł detekcji awarii, źródło zasilania oraz moduł wykrywania bliskości podłoża **znamiennie tym**, że zawiera ładunek pirotechniczny (18) wraz z zapalnikiem (19) umieszczone na powłoce poduszki (4) w obrębie wstępnie naciętego otworu upustowego (17) połączone z modułem zapalnikowym (20); zawiera mechaniczne stabilizatory (7) orientacji przestrzennej obiektu (1) umiejscowione ponad poduszką (4), rozkładane na zewnątrz obiektu (1) w płaszczyźnie poziomej lub pod kątem do płaszczyzny poziomej podczas awaryjnego lądowania.
2. Adaptacyjne urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że mechaniczne stabilizatory (7) mają postać zwijanego rulonu, harmonijki lub inną postać umożliwiającą kompaktowe złożenie i szybkie rozłożenie stabilizatorów (7).
3. Adaptacyjne urządzenie według zastrz. 1 lub 2 **znamiennie tym**, że posiada źródło zasilania (9), niezależne od zasilania obiektu (1).
4. Adaptacyjne urządzenie według zastrz. 1 lub 3 **znamiennie tym**, że poduszka powietrzna (4) ma kształt w przekroju poziomym rozety o liczbie ramion równej liczbie ramion obiektu (1).
5. Adaptacyjne urządzenie według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń 1–4, **znamiennie tym**, że moduł detekcji awarii (3) obiektu (1) składa się z co najmniej jednego akcelerometru (10) i/lub co najmniej jednego żyroskopu (11) i/lub posiada co najmniej jeden wysokościomierz (12).
6. Adaptacyjne urządzenie według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń 1–5, **znamiennie tym**, że moduł napełniania (5) poduszki powietrznej (4) składa się z co najmniej jednego napędu wentylatorowego (14), w którego skład wchodzi wirnik (15) zasilany wysokoobrotowym silnikiem elektrycznym (16).
7. Adaptacyjne urządzenie według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń 1–6, **znamiennie tym**, że moduł zapalnikowy (20) stanowi urządzenie wybrane z grupy obejmującej moduł tranzystorowy (20a), moduł przekaźnikowy (20b), mechaniczny przełącznik grawitacyjny (20c) lub moduł oparty na diodzie półprzewodnikowej (20d).

8. Adaptacyjne urządzenie według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń 1–7 **znamiennie tym**, że moduł wykrywania bliskości podłoża (8) zawiera co najmniej jeden z następujących czujników: czujnik do bezkontaktowego pomiaru odległości względnej (21), czujnik bezpośredniego dotyku (22).
9. Adaptacyjne urządzenie według zastrz. 8, **znamiennie tym**, że czujnik bezkontaktowego pomiaru odległości względnej (21) stanowi urządzenie wybrane z grupy obejmującej dalmierz odbiciowy, w szczególności czujnik ultradźwiękowy (21a), podczerwony czujnik odbiciowy (21b), laserowy czujnik odbiciowy (21c), odbiciowy czujnik radarowy (21d).
10. Adaptacyjne urządzenie według zastrz. 8 albo 9, **znamiennie tym**, że czujnik bezpośredniego dotyku (22) stanowi piezo-elektryczny czujnik odkształcenia (22a) lub mechaniczny czujnik kontaktu (22b).
11. Adaptacyjne urządzenie według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń 1–10, **znamiennie tym**, że moduł wykrywania bliskości podłoża (8) umieszczony jest na wysięgniku (23).
12. Adaptacyjne urządzenie według zastrz. 11, **znamiennie tym**, że wysięgnik stanowi wypuszczana linka (23a), rozwijany drut (23b), rozkładany pręt teleskopowy (23c) lub rozkładana teleskopowo rura (23d).
13. Adaptacyjne urządzenie według dowolnego z poprzednich zastrzeżeń 1–12, **znamiennie tym**, że zawiera co najmniej jeden z następujących modułów: moduł wykrywania rodzaju podłoża (24), moduł komunikacji radiowej (25).

## Rysunki

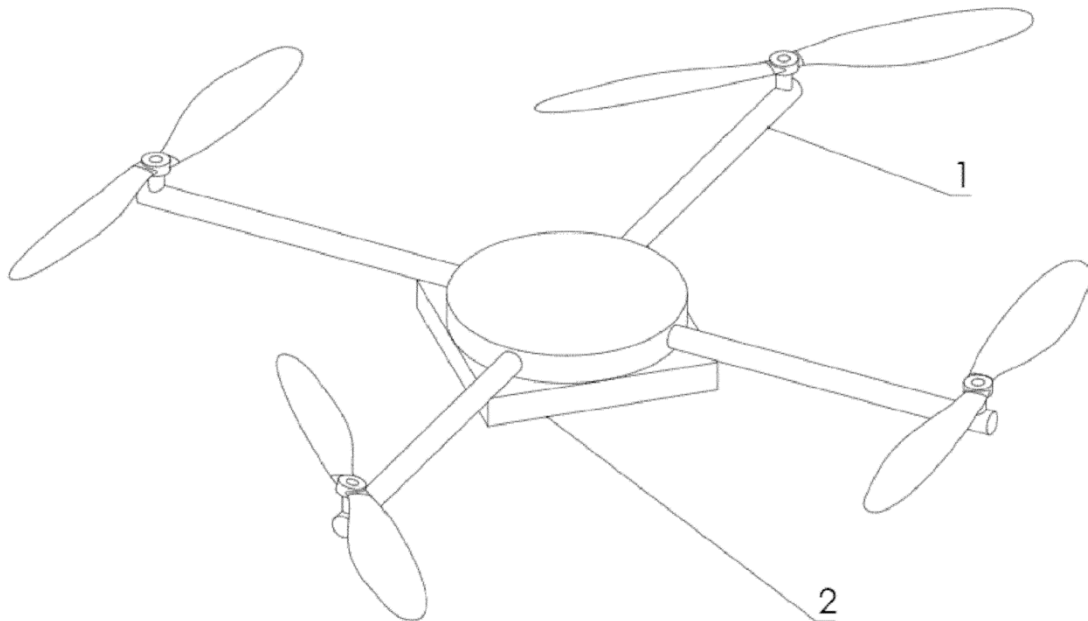


Fig.1

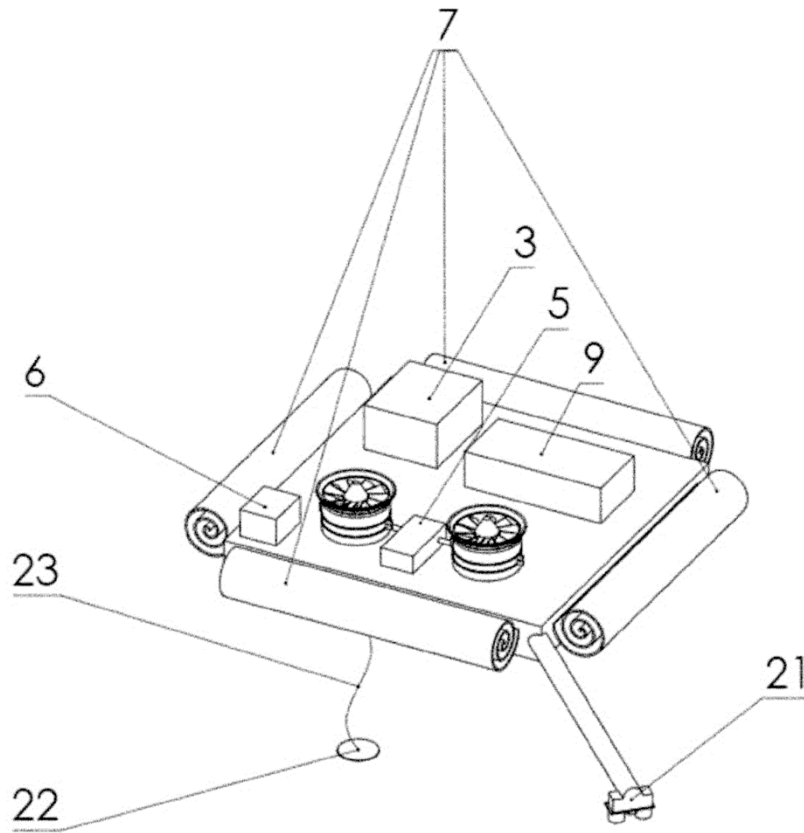


Fig. 2

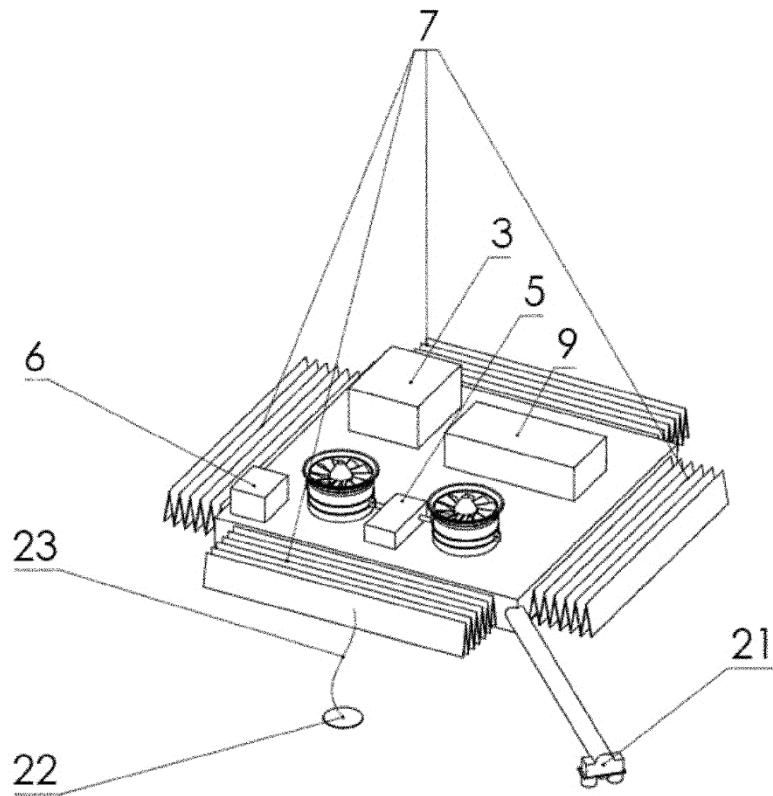


Fig. 3



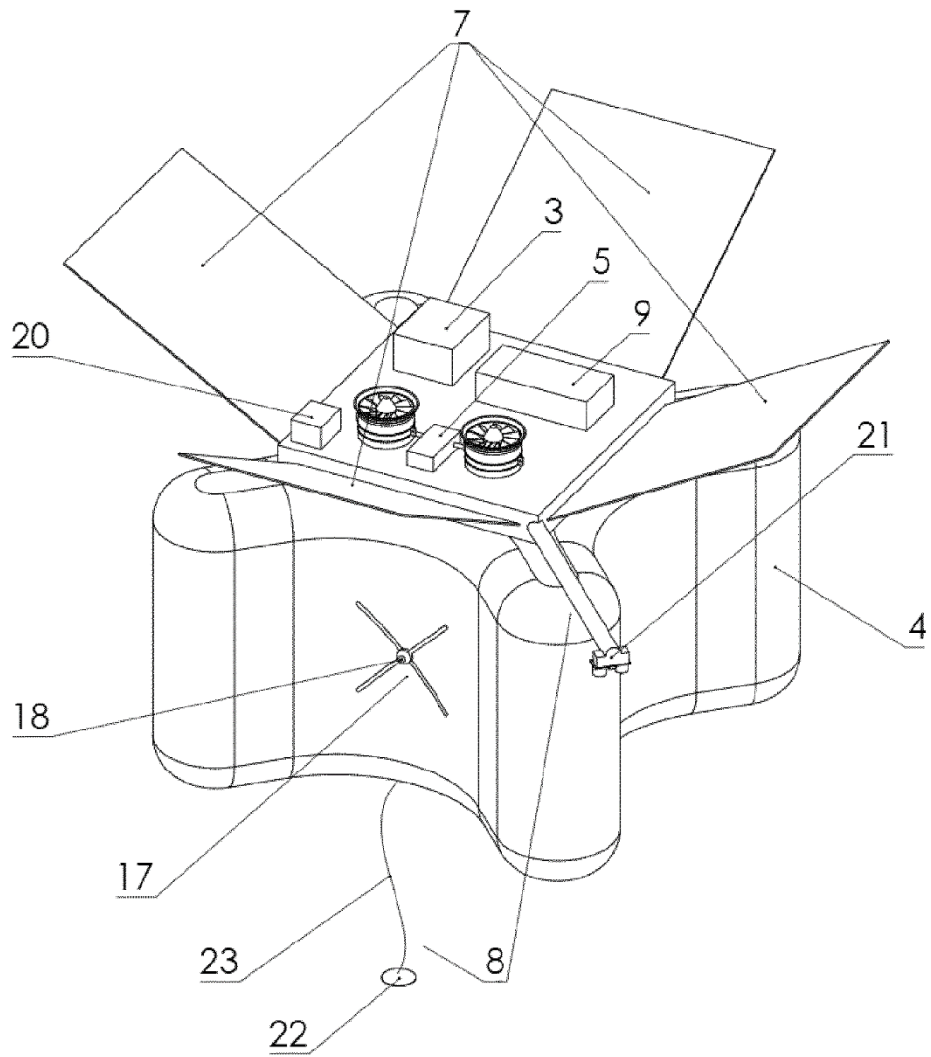


Fig. 4

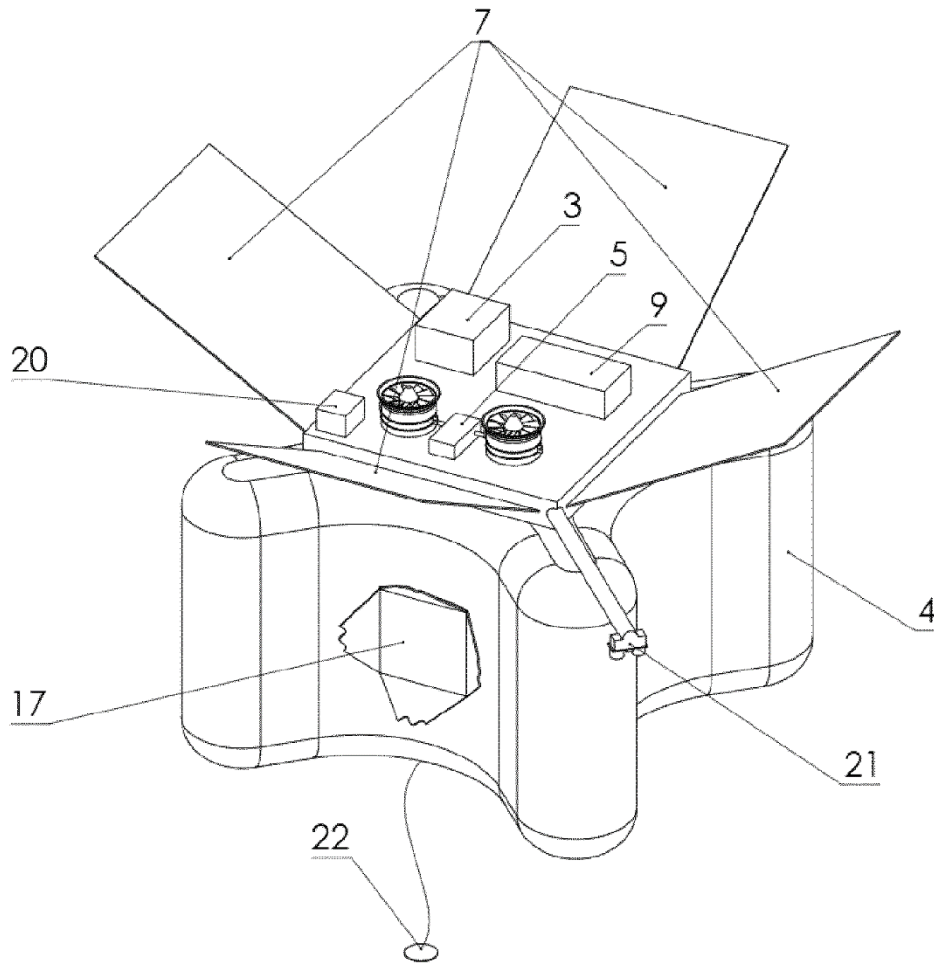


Fig. 5

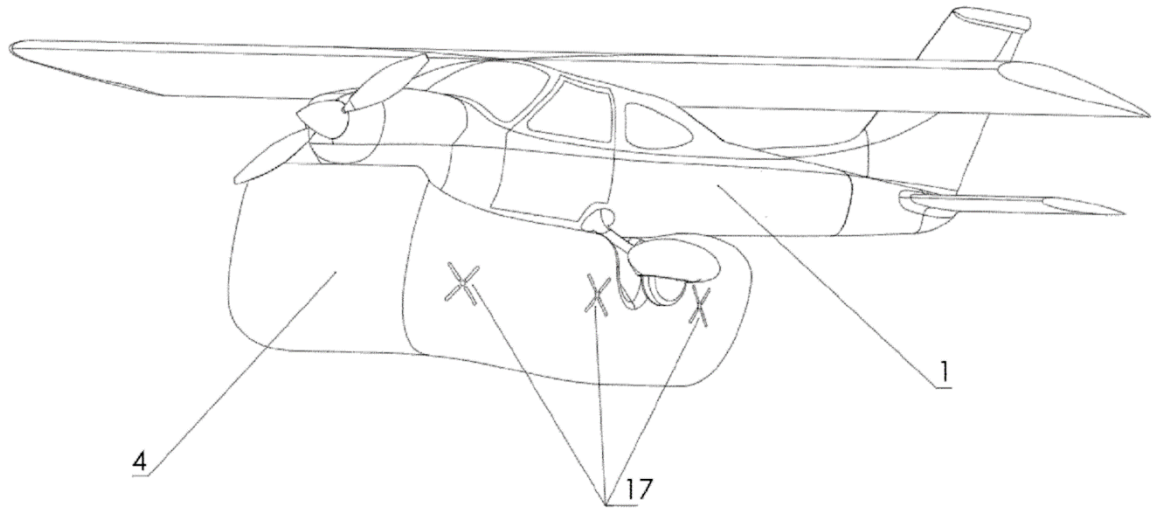


Fig. 6