

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **240063**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **432742**

(22) Data zgłoszenia: **29.01.2020**

(51) Int.Cl.

G01C 23/00 (2006.01)

G08G 3/00 (2006.01)

B63B 49/00 (2006.01)

(54) **Układ nadzoru i reagowania sytuacji kolizyjnej wokół małej autonomicznej i bezzałogowej jednostki pływającej**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

02.08.2021 BUP 18/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

14.02.2022 WUP 07/22

(73) Uprawniony z patentu:

**MARINE TECHNOLOGY
SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ
ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ, Gdynia, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ANDRZEJ STATECZNY, Gdynia, PL
BEATA DOMAGALSKA-STATECZNA,
Gdynia, PL
ŁUKASZ STATECZNY, Gdynia, PL
MARCIN STATECZNY, Gdynia, PL
WITOLD KAZIMIERSKI, Stargard, PL
MARTA WIŚNIEWSKA, Stargard, PL
WERONIKA MOTYL, Szczecin, PL
RAFAŁ KUCHARSKI, Rypin, PL**

PL 240063 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ nadzoru i reagowania sytuacji kolizyjnej wokół malej autonomicznej i bezzałogowej jednostki pływającej.

Ogólnym obszarem zastosowań przedmiotu wynalazku jest bezpieczeństwo żeglugi na akwenach morskich ograniczonych i wewnętrznych a także na akwenach śródlądowych, zwłaszcza w aspekcie prowadzenia nawigacji, zarówno ciągłej jak i manewrowej oraz podczas prowadzenia prac hydrograficznych na wskazanych akwenach.

Zagadnienie automatyzacji sterowania ruchem jednostki pływającej jest od wielu lat dynamicznie rozwijane i w przedmiocie żeglugi po rozległych akwenach morskich jest już w znaczącym stopniu rozwiązane. Znanych jest szereg statkowych systemów antykolizyjnych potrafiących wypracować parametry manewru antykolizyjnego, jednak samo właściwe wykonanie tego manewru jest dokonywane przez człowieka-oficera wachtowego bądź przynajmniej przez niego nadzorowane. Ponadto na rozległych akwenach ewentualne zdarzenia potencjalnie kolizyjne mogą być dostrzeżone z większej odległości i tym samym horyzont czasowy jest bardziej rozległy. W przedmiocie statkowych systemów przeciwdziałania zdarzeniom kolizyjnym jest bardzo wiele literaturowych opracowań, zarówno naukowych jak i praktycznych – instruktażowych. W literaturze i publikacjach internetowych można znaleźć wiele przedmiotowo właściwych publikacji. Jedna z nich dostępna jest pod adresem: <http://navdec.com/pl/opis-systemu/>. Inny system, także zgodny z dyrektywą IMO, jest opisany pod adresem:

<https://www.escort.com.pl/elektronika-okretowa/37-systemy-vdr-ais-ssas-ecdis-lrit/850-system-ecdis-simrad-e5024->. Znane są także publikacje literaturowe prezentujące zagadnienie automatycznego bezkolizyjnego sterowania ruchem jednostki pływającej. Są to: „Nawigacja radarowa” praca zbiorowa pod redakcją A. Statecznego, Rozdział V Gdańsk 2011 ISBN:978-83-60693-09-4; „ARPA zasada działania i wykorzystania Ryszard Wawruch, WSM Gdynia 2002, ISBN:83-86703-59-8 oraz „Ocena przydatności wskazań AIS i ARPA do planowania manewru antykolizyjnego” Ryszard Wawruch, AUTOBUSY Eksploatacja i Testy nr 6/2017. Znacząco inna jest sytuacja która w przedmiocie manewrowania bezkolizyjnego dotyczy jednostek pływających małych – gabarytowo i tonażowo, autonomicznych i bezzałogowych. Co do zasady sterowaniem taką jednostką zajmuje się człowiek-operator ulokowany, bądź na stanowisku sterowania lądowym, bądź na stanowisku zlokalizowanym na innej, dużej i załogowej jednostce pływającej. Pole obserwacyjne dostępne dla takiego operatora wynika z parametrów technicznych urządzeń obserwacji technicznej, którymi przeważnie są kamery wideo zainstalowane na sterowanej jednostce bezzałogowej. Ich pole widzenia z pełną rozróżnialnością wynosi kilkadziesiąt stopni i co do zasady skierowane jest do przodu i do tyłu jednostki. Niekiedy zdarza się że operator może prowadzić obserwację bezpośrednią, jednakże zazwyczaj dokonywane jest to z większej odległości i na proces takiej obserwacji znacząco oddziałuje zjawisko skali. Zagadnienie automatyzacji sterowania ruchem dowolnego pojazdu autonomicznego w sposób bezkolizyjny jest obecnie rozwiązywane w wielu laboratoriach na całym świecie, przy czym te trwające prace dotyczą w zasadzie taboru lądowego, samochody- osobowe i ciężarowe, w tym pojazdy komunikacji publicznej oraz pojazdy szynowe, zarówno osobowe jak i towarowe. Wspólną cechą techniczną dla wszystkich autonomicznych środków transportowych jest odpowiednie użycie technicznych środków obserwacji, prawidłowa ocena ich wskazań oraz wypracowanie właściwych sygnałów sterujących urządzeniami wykonawczymi pojazdu autonomicznego- głównie odpowiedzialnych za ruch pojazdu oraz kierunek tego ruchu. W przedmiocie automatyzacji sterowania bezkolizyjnego ruchem każdego pojazdu, jest znanych szereg rozwiązań technicznych prawnie chronionych, obecnie albo wcześniej. Jednym z takich rozwiązań jest opisane w dokumencie patentowym WO2019133945 A1 „Systemy antykolizyjne i metody ich stosowania”. W rozwiązaniu tym, dedykowanym w zastosowaniu dla lotnictwa, podstawowym instrumentem obserwacji technicznej jest urządzenie LIDAR użytym w ilości zwielokrotnionej, jednak kierunek tej obserwacji jest praktycznie poziomy z nieznacznymi sektorami pionowymi. Znane są także inne rozwiązania takie jak: WO2019085972 „Automotive vehicle with an anti-crash apparatus”, PL 231400 B1 „Miniaturowy skaner laserowy o stożkowej płaszczyźnie skanowania oraz sposób autonomicznego omijania przeszkód bezzałogowych obiektów latających”, PL 220427 B1 „System autonomicznej lokalizacji i bezkolizyjnego sterowania ruchem obiektów mobilnych w przestrzeni z przeszkodami z wykorzystaniem radiowej identyfikacji obiektów”, czy PL 226851 B1 „Sposób sterowania bezkolizyjnym przemieszczaniem ładunku w trójwymiarowej przestrzeni i układ sterowania bezkolizyjnym przemieszczaniem ładunku w trójwymiarowej przestrzeni”. Powyższe one, chociaż dotyczą celu technicznego jakim jest bezkolizyjne sterowanie ruchem i wykorzystują zbliżone środki techniczne do zastosowanych w niniejszym zgłoszeniu, jednakże oddziałują na znacząco różne pojazdy wobec przedmiotu niniejszego

zgłoszenia. W wynalazku PL/EP 2597009 „Sposób i system transmisji danych dotyczących stanu jednostki kontrolnej sterującej komponentem wpływającym na ruch”. Rozwiązanie to dotyczy wycinka zagadnień dotyczących ogólnie pojętemu bezkolizyjnego sterowania ruchem pojazdu, również w odniesieniu do jednostek pływających. Znane jest także rozwiązanie z dokumentu PL 212560 „Sposób i układ wyznaczania wektora ruchu śledzonych obiektów”. Również w niniejszym zgłoszeniu, pod względem rozmieszczenia sensorów obserwacji technicznej, wykorzystany jest stan zawarty w zgłoszeniu wzoru użytkowego W.128690 „Bezzałogowy i autonomiczny pływający pojazd nawodny, zwłaszcza dla realizacji zadań hydrografii- Hydro-Dron”.

Przedstawione powyżej, w stanie techniki, rozwiązania właściwe dla sektora żeglugi na akwenach wodnych, są rozwiązaniami bardzo rozbudowanymi, zawierającymi bardzo dużo różnych, ciężkich i obszernych, urządzeń których nie ma możliwości technicznych, posadzić na małej autonomicznej i bezzałogowej jednostce pływającej. Ponadto są to urządzenia i pełne systemy z zasady wspomagające, w których decyzję o manewrze antykolizyjnym i tak podejmuje człowiek- członek załogi i ją wykonuje. W przypadku przedstawionych powyżej rozwiązań z innych sektorów- lądowych i powietrznych to ich specyfika jest znacząco różna tak jak znacząco różne jest środowisko w którym działają. Jedynie istnieje potencjalna możliwość użycia niektórych środków technicznych w nich zastosowanych i tak też się dzieje w przedmiocie niniejszego zgłoszenia.

Układ nadzoru i reagowania sytuacji kolizyjnej wokół małej autonomicznej i bezzałogowej jednostki pływającej w istocie realizacji zawiera pięć aktywnych sensorów obserwacji technicznej, dwa podwodnej- echosondy hydroakustyczne i trzy napowierzchniowej- dwa obrotowe dalmierze laserowe oraz stacjonarny niskoemisyjny radar małej mocy jednokierunkowy. Wszystkie sensory pracują niezależnie od siebie, co zwiększa niezawodność i pewność działania układu. Sygnały z poszczególnych sensorów, różne standardem i poziomem, liniami sygnałowymi, doprowadzone są do właściwych dla nich, modułów standaryzacji sygnałów. Po ustandaryzowaniu ich w modułach, liniami sygnałowymi wprowadzane są do wejść modułu integracyjnego, z którego jedną linią sygnałową zintegrowane sygnały wprowadzone zostają do wejścia matrycy stanów w której następuje odniesienie i porównanie do zadeklarowanych stanów eksploatacyjnych pod względem odległości jednostki przedmiotowej i jej parametrów aktualnego ruchu, z odpowiednimi składowymi ruchu innych obiektów obecnych na akwenu, oraz głębokości pod dnem jednostki. Matryca stanów, w przypadku określenia potencjalnych możliwości kolizyjnych, linią sygnałową transmituje sygnały zespolone sytuacji nawigacyjnej do modułu śledzenia obiektów. Moduł śledzenia obiektów, technicznie dysponuje możliwością generowania sygnałów wykonawczych do autopilota albo do urządzeń sterujących napędem i kierunkiem ruchu a także do urządzeń sygnalizacyjnych świetlnych i dźwiękowych. Sensory głębokości stanowią echosondami hydroakustycznymi, rozmieszczone są w dziobowych sektorach po lewej i prawej stronie kadłuba poniżej linii wodnej. Echosondy hydroakustyczne, z właściwie, dla danego akwenu, dobraną częstotliwością zapewniają wykrywanie przeszkód podwodnych w tym również dna o małej gęstości, zwanego dnem miękkim, mogącego stanowić potencjalne zagrożenie bezpieczeństwa jednostki. Sensory obserwacji nawodnej stanowią dwa dalmierzami laserowymi, jeden skierowany do przodu w dziobowej części jednostki, drugi zaś w kierunku do tyłu, w rufowym sektorze jednostki. Do przodu, w kierunku ruchu jednostki, skierowana jest także antena stacjonarnego radaru małej mocy, także posadowionego w dziobowej części jednostki. Dalmierze laserowe, dziobowy i rufowy, posadowione są na serwomechanizmach, co skutkuje powiększeniem strefy, którą mogą dozorować, w płaszczyźnie poziomej. Wszystkie sensory pracują aktywnie emitując sygnały w pasmach bezpiecznych dla człowieka. Również gęstość mocy energii wielkiej częstotliwości emitowana przez te sensory jest na znikomym poziomie, nie stanowiąc żadnego zagrożenia dla człowieka ani innych organizmów żywych.

Przedmiot wynalazku przedstawiony jest na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia schemat funkcjonalny a Fig. 2 w rzucie aksonometrycznym, przykładowe miejsca posadowienia sensorów środków obserwacji technicznej, w strukturze jednostki pływającej.

Przedmiot wynalazku, w przykładzie wykonania, posiada pięć aktywnych sensorów obserwacji technicznej- echosondę **1** posadowioną w lewym pływaku, echosondę **2** odpowiednio w prawym, dziobowy dalmierz laserowy **3**, rufowy dalmierz laserowy **4** oraz niskoemisyjny radar małej mocy **5**. Sygnały z poszczególnych sensorów liniami sygnałowymi **6** doprowadzone są do wejść grupowych modułów standaryzacji sygnałów **7**. Modułów **7** jest trzy po jednym dla właściwej grupy sensorów. Ustandaryzowane sygnały informacyjne trzema liniami sygnałowymi **8** wprowadzane są do wejść modułu integracyjnego **9**. Zintegrowane sygnały uzyskane ze środków obserwacji technicznej jedną magistralą sygnałową **10** wprowadzone zostają do wejścia matrycy stanów **11**, której funkcja sprowadza się do odniesienia i porównania sygnałów stanów rzeczywistych z sygnałami stanów zadeklarowanych, eksploatacyjnych,

pod względem odległości jednostki przedmiotowej i jej parametrów aktualnego ruchu, z odpowiednimi ruchami innych obiektów obecnych na akwenu, oraz głębokości pod dnem jednostki. Matryca stanów **11**, w sytuacji zaistnienia potencjalnej możliwości kolizyjnej, linią sygnałową **12** transmituje sygnały zespolone sytuacji nawigacyjnej, do modułu śledzenia obiektów **13**. Moduł ten zaopatrzony jest w elementy- sterowniki generujące właściwe wektory będące podstawą do wygenerowania sygnałów wykonawczych dla autopilota bądź do sterowników napędu i kierunku ruchu jednostki. Także generowane są sygnały uruchamiające sygnalizację świetlną i dźwiękową. W celu powiększenia obszaru obserwacji w płaszczyźnie poziomej, lasery- dziobowy **3** i rufowy **4** posadowione są na obrotowych serwomechanizmach.

Układ nadzoru i reagowania sytuacji kolizyjnej wokół małej autonomicznej i bezzałogowej jednostki pływającej, przedmiot wynalazku, umożliwia wyposażać każdą jednostkę pływającą, w zestaw urządzeń w pełni realizujących właściwość realizacji automatycznego nawigowania po akwenu z cechą antykolizyjności, jedynie w sytuacjach nadzwyczajnych nieprzewidzianych wcześniej, układ może wysłać instrukcję do stanowiska sterowania o przejęcie sterowania i wykonanie manewru ostatniej szansy. Jednocześnie zaistnienie takiej sytuacji skutkuje wzbogaceniem zasobu matrycy stanów. Jednocześnie, z uwagi na fakt iż elementy wchodzące w ukończenie przedmiotu wynalazku, zajmują niewiele przestrzeni jak również ciężar całości jest niewielki, to istnieje możliwość instalowania go na niemal wszystkich małych autonomicznych jednostkach pływających.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ nadzoru i reagowania sytuacji kolizyjnej wokół małej autonomicznej i bezzałogowej jednostki pływającej zawierający sensory środków obserwacji technicznej takie jak echosondy, dalmierze laserowe i radary, moduły funkcjonalne standaryzujące i integrujące sygnały oraz elementy generowania sygnałów wektorów wykonawczych i pozycji oraz czasu, **znamienny tym**, że układ zawiera środki obserwacji technicznej od **(1)** do **(5)** zainstalowane w części podwodnej kadłuba oraz powyżej pokładu, przy czym sygnały przez nie generowane indywidualnymi liniami sygnałowymi **(6)** wprowadzone są do wejść grupowych modułów **(7)** standaryzacji sygnałów, po czym jako ustandaryzowane sygnały właściwymi liniami sygnałowymi **(8)** wprowadzane są do wejść modułu integracyjnego **(9)** i następnie z jego wyjścia, magistralą **(10)** sygnałów zintegrowanych przesyłane są do matrycy stanów **(11)**, w której następuje odniesienie i porównanie ich z sygnałami zadeklarowanych stanów eksploatacyjnych, po czym wyselekcjonowane funkcyjnie sygnały, magistralą **(12)** transmitowane są do modułu **(13)** śledzenia obiektów, zawierającego elementy i sterowniki generujące sygnały wykonawcze wektorów sterowania, uzależnione od aktualnej sytuacji nawigacyjnej.
2. Układ nadzoru i reagowania sytuacji kolizyjnej według zastrz. 1, **znamienny tym**, że sensory środków obserwacji technicznej **(1)** do **(5)** stanowiące są co najmniej echosondą lewoburtową **(1)**, echosondą prawoburtową **(2)**, zainstalowanymi w dziobowej podwodnej części jednostki oraz dziobowym dalmierzem laserowym **(3)**, rufowym dalmierzem laserowym **(4)** i niskoemisyjnym radarem małej mocy **(5)**, zainstalowanymi ponad pokładem jednostki, przy czym dalmierze laserowe **(3)** i **(4)** posadowione są na serwomechanizmach wykonujących ruch przemiatający w płaszczyźnie poziomej.
3. Układ nadzoru i reagowania sytuacji kolizyjnej według zastrz. 1, **znamienny tym**, że sygnały uzyskiwane z sensorów **(1)** do **(5)**, różne standardem i poziomem, podłączone do grupowych modułów standaryzujących **(7)** uzyskują jednorodny standard i poziom oraz zostają pogrupowane dla sekcji środków obserwacji podwodnej- echosondy **(1)** i **(2)**, środków obserwacji nawodnej wąskokątnej- dalmierze **(3)** i **(4)** i nawodnej obserwacji szerokokątnej- radar **(5)**.
4. Układ nadzoru i reagowania sytuacji kolizyjnej według zastrz. 1, **znamienny tym**, że matryca stanów **(11)**, porównuje sygnały z bieżącej sytuacji wokół jednostki z sygnałami w niej zadeklarowanymi, generuje sygnały bieżącej sytuacji nawigacyjnej, transmitowane następnie magistralą **(12)** do modułu śledzenia obiektów **(13)**, który wypracowuje sygnały wykonawcze wektorów do sterowania napędem jednostki, sterowania kierunkiem jej ruchu oraz wykonywania sygnalizacji świetlnej i dźwiękowej.

Rysunki

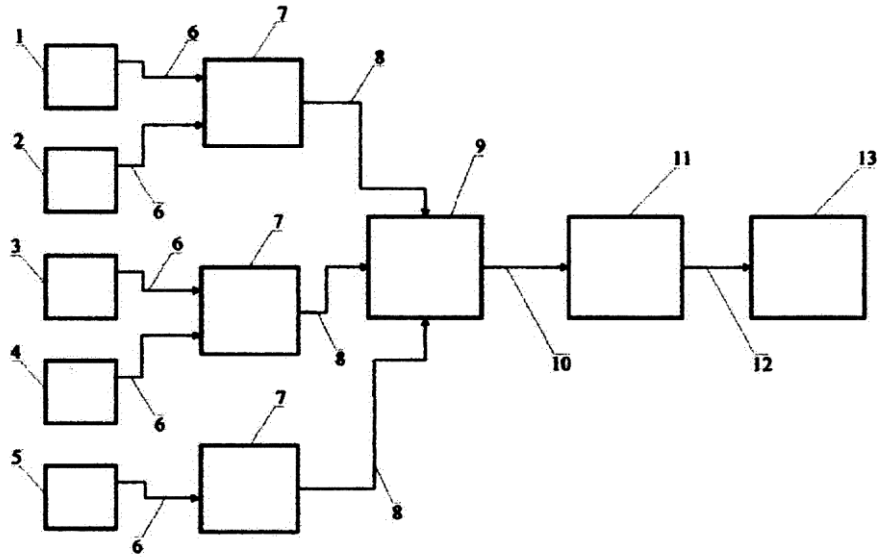


Fig. 1

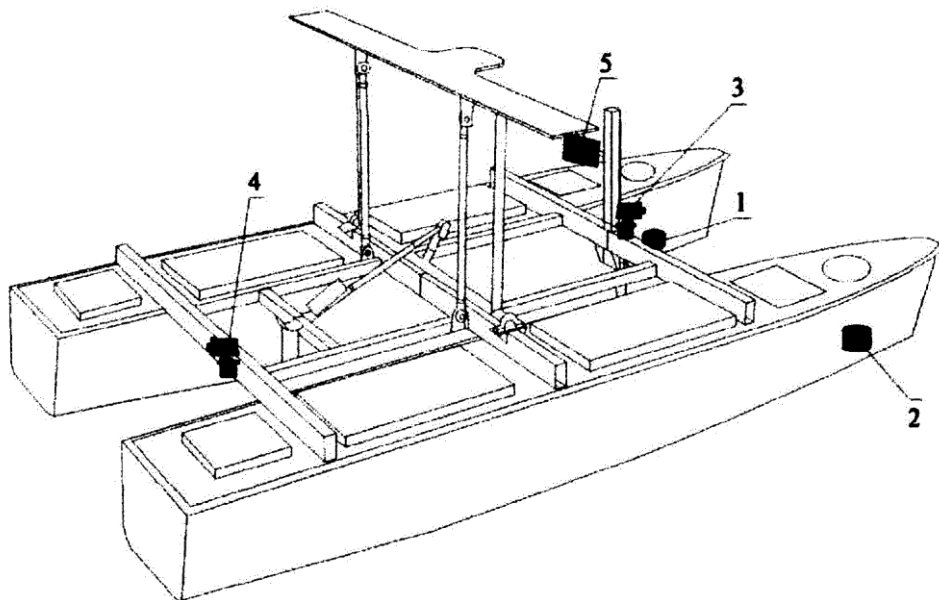


Fig. 2