

Навігаційний пристрій підтримки прийняття рішення при автоматичному плануванні руху судна траєкторними точками при заході/виході із порту

С. Э. Мальцев

Національний університет «Одеська державна академія», Одеса, Україна.
Corresponding author. E-mail: professormaltsev@gmail.com

Paper received 25.06.19; Accepted for publication.13.07.19

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2019-206VII25-10>

Анотація. У статті розглянуті вимоги ММО до планування шляху переходу судна і відмічено, що методи планування у відкритому морі розроблені достатньо, але планування криволінійних відрізків та шляху від точки прийому лоцмана до причалу розроблені недостатньо. Існуючі рекомендації по скраданню лоцманського плану проводки не можуть бути використані для навігаційних цілей. Запропоновано систему планування сценарного плану маневрування при швартуванні інверсним способом, яка відрізняється від існуючих можливість планування криволінійних відрізків шляху високоточним методом та використання її для навігаційних цілей, шляхом використання систем підтримки прийняття рішень для оперативного контролю руху по заданій траєкторії. При цьому використовується відомий принцип планування руху методом шляхових точок, для високоточного планування траєкторними точками, з урахуванням акваторії для маневрування і характеристик управляємості даного судна. Наукова новизна захищена патентами України та пріоритетними публікаціями. Запропонована методика автоматичного планування шляху при швартуванні може бути використана при розробці нормативного документу ММО по рекомендаціям для підготовки плану швартування для навігаційних цілей, розробки навігаційних систем підтримки прийняття рішень при маневруванні, при виконанні наукових досліджень та при навчанні в морських учбових закладах.

Ключові слова: вимоги ММО; інверсний спосіб планування; сценарний план; траєкторні точки; криволінійний рух; метод шляхових точок.

Планування переходу і його виконання включає чотири послідовні фази: Оцінка (Appraisal); Планування (Planning); Виконання (Execution); Управління (Monitoring).

Загальні вимоги й рекомендації відносно планування переходу знаходяться в таких документах як: резолюція ММО А.893 (21) -1999 «Планування рейсу»; Конвенція й кодекс по підготовці й дипломуванню моряків і несенню вахти (ПДМНВ-78/95) - International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, 1978/95 (STCW-78/95); Bridge Procedures Guide, ICS, 1998 (BPG); Bridge Team Management, ММО, 1993 (BTM); Рекомендації з організації штурманської служби на морських судах України (РШСУ-98).

Згідно вимог ММО планування рейсу потрібно виконувати [1] від причалу порту відходу до причалу порту приходу. Але на практиці зазвичай планування виконують від місця висадки лоцмана в порту відходу до місця прийому в порту приходу, рахуючи що для цих відрізків шляху план руху складає лоцман, згідно вимог резолюції ММО А.960(23).

Він повинен скласти Pilotage Passage Plan. Капітан судна підтверджує своїм підписом факт ознайомлення з планом, який дає йому можливість більш детально планувати і оцінювати існуючу обстановку. За змістом і інформацією, яка міститься в цій схемі, вона має організаційний розпорядчий характер, оскільки містить тільки схему руху і не може бути використана для навігаційних цілей. По

цій причині капітан повинен ретельно підготуватися до плавання, детально вивчивши район плавання при заході в порт і склавши судновий план [2], який можна використовувати для навігаційних цілей.

Частково методика планування рейсу судном при швартуванні операціях від місця прийому лоцмана до причалу і навпаки розглянута в роботі [3]. Однак система навігаційного пристрою по плануванню шляху,

алгоритми і розрахункові схеми не приведені.

Сьогодні класичним способом планування координат переходу із точки висадки лоцмана в порту відходу до точки прийому лоцмана в порту приходу являється наступний алгоритм.

1. Вибирають координати шляхових точок, які дозволяють безпечно пройти від попередньої до наступної і визначають істинний курс і відстань між ними.

2. Всі дані заносять в таблицю шляхових точок (ШТ) і, після перевірки капітаном, вводять її в супутникову систему для контролю переходу. Контроль виконується по величині кута зносу відносно планового курсу із попередньої ШТ в наступну, шляхом високоточного визначення координат навігаційними системами і розрахунку по них напрямку в наступну ШТ. Недоліком такої системи являється: відсутність контролю відносно навігаційних небезпек; не визначення причин виникаючого зсуву [4,5] не дозволяє розрахувати поправки до курсу для компенсації збурення; час, який необхідно для контролю місця ручним способом і прийняття рішення по коригуванню руху, не дозволяє оперативно забезпечити віддачу команд.

Для відрізків шляху від моменту висадки лоцмана в порту відходу до моменту приймання його в порту приходу методика планування переходу досить ретельно розглянута в роботі [1], а методом траєкторних точок в роботах [2 - 4]. Однак в указаних роботах система високоточного автоматичного планування шляху і оперативного контролю управління рухом не розроблена.

В національному університеті «ОМА» розроблена система підтримки прийняття рішень при маневруванні, яка захищена патентами України [6 - 12] і пріоритетними публікаціями [13, 14]. При цьому вперше розроблено спосіб визначення абсциси ПП по тангенціальним швидкостям кінцівок, який відрізняється від

існуючих відсутністю необхідності вводити дані для розрахунків абсциси ПП, які поступають від існуючого навігаційного приладу – доплерівського лагу, та урахуванням параметрів течії, при цьому запропонована модель визначення абсциси ПП пройшла верифікацію методом прямого експерименту. Також вперше розроблено спосіб визначення ширини маневрового зсуву окремо для прямолінійних відрізків шляху та для криволінійних, який відрізняється від існуючих, використованням значення абсциси ПП для розрахунків, включаючи криволінійні відрізки, та автоматичним переключенням розрахунків для прямолінійних та криволінійних відрізків шляху по значенню кутової швидкості рискання. Отримала подальший розвиток методологія сценарного планування руху інверсним способом для навігаційних цілей при заході / виході із порту, яка відрізняється від існуючої, використанням високо точного способу планування заданого шляху траекторними точками у вигляді матриці їх координат, та використанням існуючого методу шляхових точок та даних про поворотність для їх розрахунку;

Для розробки системи планування і оперативного управління були використані наступні системи підтримки прийняття рішень: розрахунку характеристик гальмування та управляємості; перерахунку маневрених характеристик на мілководді; формування плану переходу у вигляді шляхових точок; планування переходу у вигляді матриць ТТ; перерахунку координат супутникової антени судна на центр його ваги; визначення вірогідної ширини бічного зсуву; попередження посадки судна на мілину; прийняття рішення по оперативному визначенню абсциси ПП; вибору безпечної швидкості по умовам плавання; вибору точки прикладання буксирів та індикації положення ПП на контурі ватерлінії; вибору маневру для попередження про небезпечне та аварійне наближення і рекомендацій по маневруванню для його попередження.

Суть інверсного планування заключається в приз-

наченні координат першої ШТ точки у причалі і подальше планування до точки висадки лоцмана при відході. При приході координатами першої ШТ буде точка прийому лоцмана на борт і останньою координатою причалу.

В якості прикладу планування розглянемо схему швартування для заходу т/х «Вільнос Сівейс» в порт Турції Самсун кормою до причалу №5. Основні дані т/х «Вільнос Сівейс» наступні: довжина між перпендикулярами 190 м; ширина на міделі 28,0 м.; середня осадка в вантажі 6,5 м.; потужність головної силової установки 10600 kW; носовий підрулюючий пристрій 2x740 kW; кормовий підрулюючий пристрій 370 kW.

В залежності від конфігурації операційної акваторії і маневрених характеристик судна наносять шляхові точки та визначають курс та відстань по кожному відрізу і складають таблицю ШТ.

Результати планування зведемо в табл.1, яка в графічному вигляді буде виглядати наступним чином (рис.1.).

Подальший порядок розрахунків буде наступним [2, 15]:

1. Визначають кут повороту для кожної ШТ.
2. Визначають кут перекладки руля і характеристики поворотності для нього.
3. Для кожної ШТ визначають координати на циркуляції методом відрізків.
4. Від першої ШТ до точки початку циркуляції визначають координати прямолінійних відрізків через 0.2 кбт, і в подальшому від точки закінчення циркуляції до точки початку наступного повороту.
5. Формують точки заданого шляху у вигляді матриць ТТ, які містять координати, в яких потрібно переключити і отримувати повороти, та прямолінійних відрізків. Це оптимальний безпечний заданий алгоритм управління судном, реалізація якого дозволить безаварійно виконати швартування.

Таблиця 1. Шляхові точки сценарного планування заходу в порт Самсун

Номер точки	Координати точки	Відстань, кбт	Курс в наступну точку	Кут повороту	Кут перекладки руля
0	$\varphi = 41^{\circ}18'.445 N; \lambda = 36^{\circ}21'.72 E$	6.5	289 ⁰	-	-
1	$\varphi = 41^{\circ}18'.65 N; \lambda = 36^{\circ}20'.89 E$	6.8	207 ⁰	72 ⁰	15 ⁰
2	$\varphi = 41^{\circ}18'.045 N; \lambda = 36^{\circ}20'.5 E$ $\lambda \lambda = 31^{\circ}21'.72 E \lambda = 31^{\circ}21'.72 E$ $\lambda = 31^{\circ}21'.72 E$	0.9	270 ⁰	63 ⁰	15 ⁰
3	$\varphi = 41^{\circ}18'.045 N; \lambda = 31^{\circ}20'.27 E$	-	90 ⁰	180 ⁰	Перемінні

Подальше планування виконується наступним чином. По координатам ШТ 2, куту повороту 63⁰ і куту перекладки руля 10⁰ розраховуємо матрицю ТТ і координати точок початку ПЦ₂ і закінчення траєкторії та віддачі лівого якоря КЦ₂. Після цього розраховуємо координати початку ПЦ₁, закінчення КЦ₁ та координати ТТ повороту в районі ТТ₁ у вигляді матриці ШТ₁. Після цього розраховуємо координати прямолінійних ТТ від ШТ₀ до точки ПЦ₁ та від КЦ₁ до ПЦ₂ через 0,2 кбт і представляємо у вигляді матриць прямолінійних відрізків. Навігаційна підготовка до швартування операцій закінчена.

З підходом до вхідних воріт порту за 1 годину починається організаційно – розпорядча підготовка до

швартування. Це означає, що машина переведена в маневрений режим, з таким розрахунком, щоб на підході до місця прийому лоцмана мати швидкість близько 5 вузлів. Підготовку необхідно проводити по 2-м чек листам: підготовка до плавання під проводкою лоцмана; підготовка до швартування операцій і використання буксирних суден. При першому заході в порт попередня підготовка детально обговорюється з членами швартування команд, а при наступних відвідинах оголошується годинна готовність, вважаючи, що всі виконавці виконують належну підготовку судна. Задана траєкторія ЦВ, побудована інверсним способом по ТТ, наведена на рис.2.

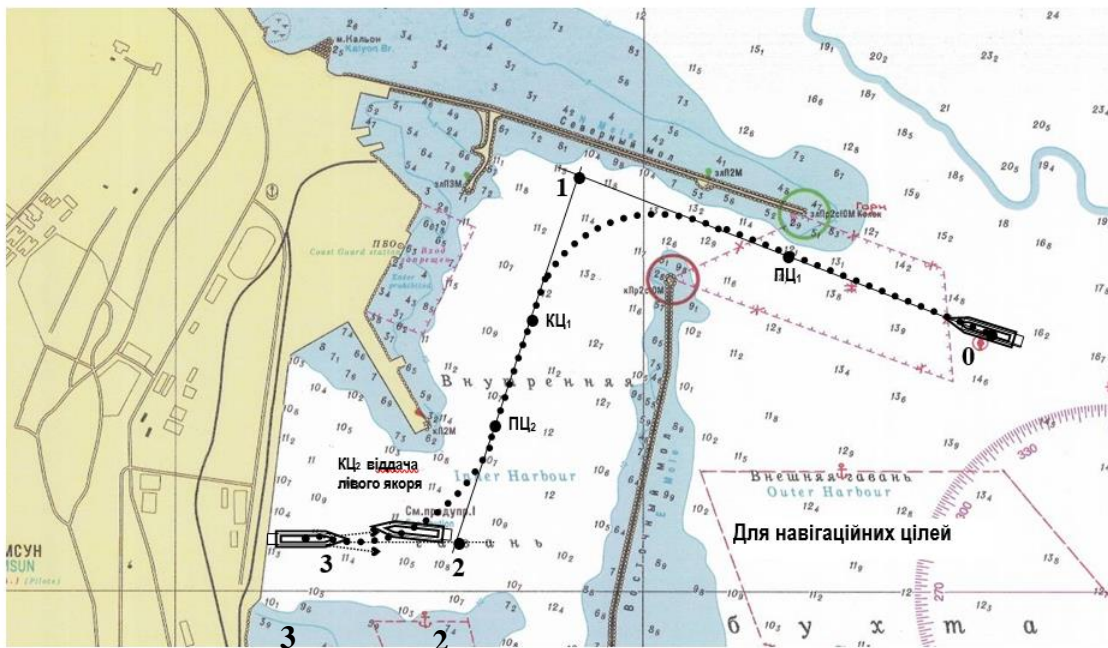


Рис.1. Інверсний спосіб сценарного планування заходу т/х «Вільнюс Сівейс» в порт Самсун методом шляхових точок

Тоді масиви шляхових матриць і матриць ТТ повороту для всіх точок швартування M_{Σ} формують в наступному порядку:

$$M_{\Sigma} = M_{01} + M_{112} + M_{12} + M_{123}$$

де M_{01} – матриця ТТ лінійного відрізка із початкової 0-ої ШТ до точки подачі команди на переключку руля; M_{112} – матриця повороту із першої ШТ в другу від початку $H_{ц1}$ до кінця $K_{ц1}$ криволінійного відрізка;

M_{12} – матриця прямолінійного відрізка; M_{123} – матриця криволінійного відрізка.

Буксирне забезпечення в звичайних умовах при вітрі до 10 м / с використовувати не будемо, враховуючи, що судно має 2 носових і один кормовий підрюлюючий пристрій.

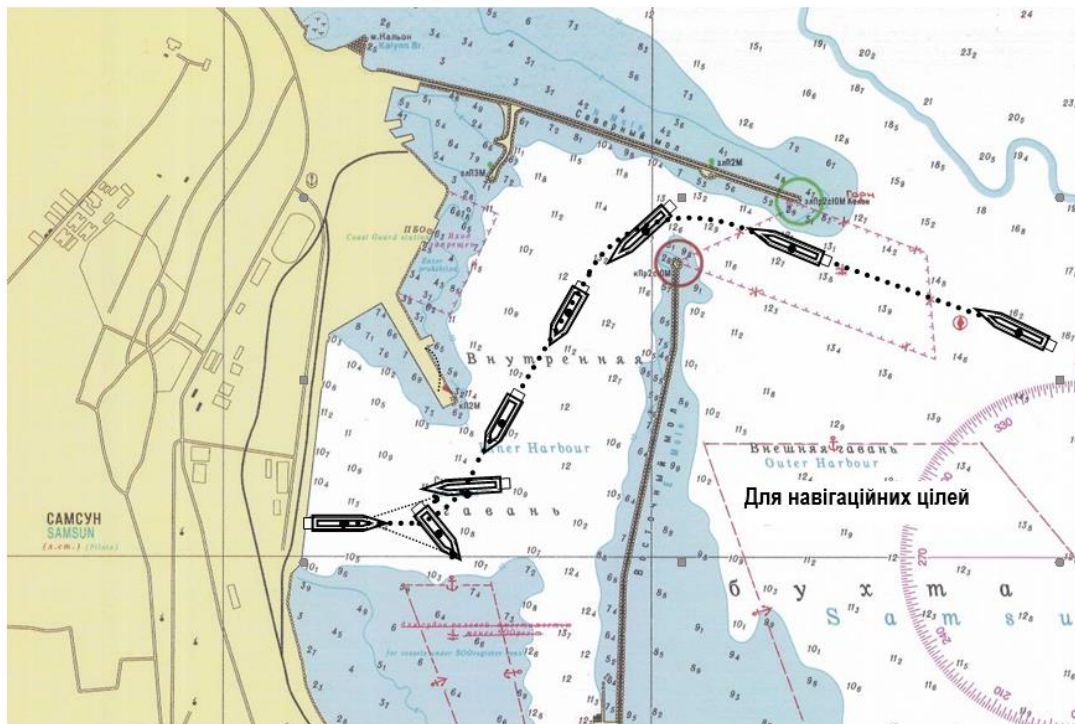


Рис. 2. – Схема руху судна при швартуванні до причалу 5 без буксирів

У момент, коли мідель - шпангоут судна перетинає траверз маяка справа, дають команду на переключку керма ліво 15°. В процесі руху при повороті контролюють стан судна щодо хвилерізу на курсі близько

289°

Отримують поворот при виході на курс 207°. У момент, коли мідель - шпангоут пройде торець причалу справа, переключають руль право 15°, а коли судно

розгорнеться на кут близько 270° , отримують поворот, віддають лівий якор, коли носова частина вийде на ліву межу швартовного місця, і при допомозі руля, підрулюючих пристроїв розвертають судно на 180° . Коли носова частина вийде на лівий кордон причалу і включають праву машину на передній малий хід, а ліву на задній середній.

Коли судно зміститься в точку віддачі правого якоря, його віддають і обидві машини включають на задній малий, потравляючи якор ланцюга і вирівнюючи їх довжину. При необхідності включають кормовий підрулюючий пристрій для вирівнювання корми по центру причалу.

При наближенні корми до причалу на 20 метрів дають обидві машини найменший хід і подають кидальні кінці на причал. При 10 метрах до причалу

дають команду стоп і вирівнюють натяг якорних ланцюгів і швартових кінців. Передбачити використання підрулюючих пристроїв більш детально не представляється можливим, однак генеральна схема інтенсивного включення їх збережеться. Це буде район входу в ворота порту і повороту вліво і при маневруванні перед віддачею лівого якоря і вирівнювання біля причалу.

Крім того необхідно звернути увагу на злагодженість роботи кормової швартової команди і інформації помічника капітана про відстань до причалу і центрування судна.

Таким чином використання систем підтримки прийняття рішень, інверсного методу сценарного оптимального планування процесу швартування з урахуванням акваторії для маневрування траєкторними точками і маневрових характеристик судна дозволяє високо точно нанести траєкторію руху і оперативно отримувати інформацію для безаварійного виконання морської операції. Це дає можливість судноводію використовувати план руху, виконаний перед початком виконання швартовної операції, для навігаційних цілей

Інформаційне забезпечення процесу швартування заключається в тому, що планування шляху повинне бути виконано до початку морської операції, тому що швидкодія процесу маневрування не дозволяє виконувати, такі обчислення для перепланування шляху і коригування руху. Для допомоги судноводію при виконанні розрахунків і підвищення швидкодії при отриманні необхідних даних, необхідно автоматизувати процеси обробки інформації, використовуючи сучасні обчислювальні пристрої та методи планування, а результати повинні бути підготовлені у вигляді, готовому для прийняття рішення.

Сучасний стан судноводійної науки дозволяє розробити 12 систем підтримки прийняття рішення, які на сьогоднішній день реалізовані частково [3]. Першим кроком в цьому напрямку можна прийняти пропозицію, яка міститься в роботі [2]. Вона дозволяє складати судновий план заходу/ виходу із порту в вигляді пригідному для навігаційних цілей, в той час, коли існуюча практика підготовки лоцманського плану, який не придатний для навігаційних цілей, та використовується тільки для організаційно – розпорядчої підготовки судна до лоцманського проведення.

Із 12 систем ППР [3], тільки декілька з них повинні використовуватися на переході, коли потрібно вибрати вектор управління і безпечну швидкість ходу, контролювати розходження та посадку на міліну, для оптимізації руху. Для перерахунку маневрених

характеристик на мілководдя необхідно знати характеристики для глибокої води і співвідношення глибини моря і середньої осадки H/T_{cp} . Формування плану руху від місця прийому лоцмана і для виходу із порту у вигляді таблиці ШТ виконує особисто капітан, оскільки це має вирішальне значення для безпечного виконання морської операції по швартуванню. На підставі таблиці ШТ формується матриця ТТ і в графічній формі наноситься на карту (рис.2.). Підготовка до швартування закінчена і документується у вигляді судового навігаційного плану.

Для організації високоточного контролю місця судноводію необхідно додатково ввести наступні параметри: координати супутникової антени X_a, Y_a ; значення допустимої кутової швидкості $\omega_{риск}$, при якій система автоматично переключиться на визначення ширини бічного зсуву при криволінійному русі; величину бічного зміщення $\Delta_{доп}$ при якому включається система попередження посадки на міліну; величину допустимого наближення при русі $D_{зад}$, коли настає аварійне розходження.

З урахуванням приведених вище характеристик систем ППР, для інформаційного забезпечення процесу маневрування, при виконанні морських операцій по швартуванню, необхідно використовувати 10 систем, блок – схема функціональних зв'язків яких приведена на рис.3.

Процес підготовки до швартування складається із двох частин: організаційно – розпорядча; навігаційна. Організаційно – розпорядча підготовка заключається в розподілі обов'язків членів екіпажу при швартуванні і доведення інформації про порядок взаємодії з буксирами та борт підходу до причалу. Навігаційну підготовку повинен виконувати особисто капітан, оскільки безпека маневрування визначається якістю планування шляху та сценарієм управління судном при заході в порт. Особливість такої підготовки заключається в тому, що планування координат у вигляді ТТ являється оптимальним, оскільки враховує розміри акваторії для маневрування, маневрені характеристики судна та вибір режиму руху з запасом для того, щоб можна було коригувати рух, коли відхилення від планової траєкторії будуть значними.

Найбільш трудомісткими будуть розрахунки координат ТТ початку та закінчення повороту по відомим координатам ШТ, та точок криволінійної траєкторії.

Запропонована методика автоматичного планування шляху при швартуванні може бути використана при розробці нормативного документу ММО по рекомендаціям для підготовки плану швартування для навігаційних цілей, розробки навігаційних систем підтримки прийняття рішень при маневруванні, при виконанні наукових досліджень та при навчанні в морських учбових закладах.

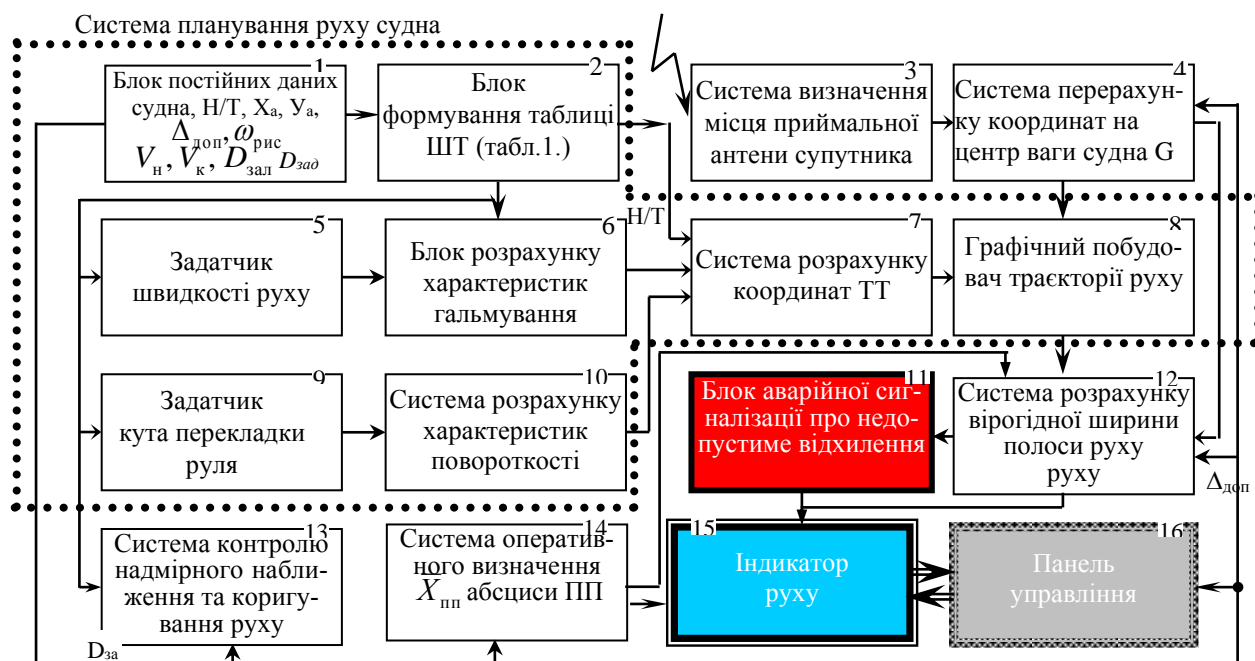


Рис. 3. Функціональні зв'язки системи управління рухом при швартуванні

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексішин В. Г. Обеспечение навигационной безопасности плавания. / В. Г. Алексішин, Л. А. Козырь, С. В. Симоненко. - Одесса: Феникс; -М.:ТрансЛит, 2009. -518 с.
2. Соколенко В.И. Судовой план лоцманской проводки. / Соколенко В.И. // Судовождение: Сб. научн. Трудов ОНМА. Вып.20. -Одесса: «ИздатИнформ», 2011. - С. 209-220.
3. Мальцев А. С. Системы поддержки принятия решений по управлению движением судна. /А.С.Мальцев, А.П.Бень. - Херсон: ХГМА, 2017. - 178 с.
4. Мальцев С.Э. Полус поворота и его учет при маневрировании морского судна: монография/ С. Э. Мальцев, О. Н. Товстокорый. // -Херсон: ХГМА, 2016. -124 с.
5. Голиков В.В. Анализ вектора смещения пути судна от ветра /В.В.Голиков., С.Э.Мальцев. Научный журнал. - Херсон.:ХГМА, 2015. №1(12), -С. 29-35..
6. Патент 57713 UA. МПК G08G 3/00. Пристрій для попередження посадки судна на мілину/А.С. Мальцев, І.І. Ворохобін, В.І. Соколенко (Україна); заявник та патентовласник Одеська національна морська академія.-№ U 2010 09828;заявл. 0608.2010; опубл. 10.03.2011.-Бюл. №5.-4 с.
7. Патент 97227 UA. МПК G08G 3/02 (2006.01), B63B 43/02 (2006.01). Пристрій для інформаційного забезпечення процесу управління судном. /Мальцев С.Е., Товстокорый О.М., Бень А. П. Заявник Херсонська державна морська академія. - № u2014 07280; заявлено 27.06.2014; опубліковано 10.03.2015, Бюл. № 5.
8. Патент 98720 UA. МПК (2015.01) B63B 21/00 Система інформаційного забезпечення швартування танкера VLCC до моно буя./Деревянко А.А. Мальцев С.Е. П. Заявник Одеська національна морська академія. - № u2014 10883; заявлено 06.10.2014; опубліковано 12.05.2015, Бюл. № 9.
9. Патент 100293 UA. МПК G08G 3/00 (2015/01), Спосіб інформаційного забезпечення маневрування морського судна. / Товстокорый О.М., Мальцев С.Е., Бень А. П. Заявник Херсонська державна морська академія. - № u 2014 12711; заявлено 26.11.2014; опубліковано 27.07.2015, Бюл. № 14.
10. Патент 111646 UA. МПК (2016.01) G08G 3/00 Навігаційний пристрій для вибору виду вектора управління рухом./Голиков В.В.,Мальцев С.Е. Заявник національний університет «Одеська морська академія». - № u 2016 02487; заявлено 14.03.2016; опубліковано 25.11.2016, Бюл. № 22.
11. Патент 78679 UA. МПК G08G 3/00, B63B 49/00. Пристрій для інформаційного забезпечення лоцманської проводки морського судна /А.С. Мальцев, І.І. Ворохобін, В.В. Голиков, В.І. Соколенко (Україна); заявник та патентовласник Одеська національна морська академія -№ U 2012 11569;заявл. 08.10.2012; опубл. 25.03.2013.-Бюл. №6.-4 с.
12. Патент 91006 UA. МПК(2014.01) G08G 3/00. Пристрій для інформаційного забезпечення маневрування морського судна. /Голиков В.В., Мальцев С.Е. Заявник Одеська національна морська академія. - № u2013 04429; заявлено 25.04.2013; опубліковано 25.06.2014, Бюл. № 12.
13. Мальцев С.Е. Когнитивная система оценки положения полюса поворота судна с помощью эффективных алгоритмов./ С.Е.Мальцев //Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Natural and Technical Sciences.- 2018. V1 (19), issue 171. -P. 37 – 42.
14. Голиков В.В.Алгоритм определения положения полюса поворота морского судна /В.В.Голиков., С.Э.Мальцев. Научный журнал. - Херсон.: ХГМА, 2013. №1(8). С. 21 – 27.
15. Мальцев А.С. Методологические основы маневрирования судов при сближении// А.С.Мальцев, В.В.Голиков., И.В.Сафин., и др.- Одесса: ОНМА, 2013.-218 с.

REFERENCES

1. Aleksishin V. G. Ensuring navigation safety of navigation. / V. G. Aleksishin, L. A. Kozyr, S. V. Simonenko. - Odessa: Fenix; -M.: TransLit, 2009. -518 p.
2. Sokolenko V.I. Ship plan pilotage. / Sokolenko V.I. // Navigation: Sat. scientific Works ONMA. Issue 20 -Odessa: "IzdatInform", 2011. - p. 209-220.
3. Maltsev A.S. Decision Support Systems for Ship Traffic Control. /A.Maltsev, A.P. Ben. -Kherson: KhSMA, 2017. - 178 p.
4. Maltsev S.E. Pole of rotation and its account when maneuvering a sea vessel: monograph / S. E. Maltsev, O. N. Tovstokory. // - Kherson: KhSMA, 2016. -124 p.

5. Golikov V.V. Analysis of the displacement vector path of the vessel from the wind / V.V.Golikov., S.E.Maltsev. Science Magazine. -Kherson.: KhSMA, 2015.№1 (12), -p. 29-35.
6. PATENT 57713 UA. IPC G08G 3/00. A device for preventing landing of a vessel on the shallow land / A.S. Maltsev, I.I. Vorohobin, V.I. Sokolenko (Ukraine); Applicant and patent holder Odessa National Maritime Academy. -No U 2010 09828; 0608.2010; published March 10, 2011 - Bull. No. 5.-4 p.
7. Patent 97227 UA. IPC G08G 3/02 (2006.01), B63V 43/02 (2006.01). A device for information provision of the ship management process. / Maltsev S.E, Tovstokoriy O.M, Ben A.P. Applicant Kherson State Maritime Academy. - № u2014 07280; stated on June 27, 2014; Published on March 10, 2015 by Bul. No. 5
8. Patent 98720 UA. МПК (2015.01) B63B 21/00 The system of information support for the mooring of a tanker VLCC to a mono- boy. / Derevyanko A.A., Maltsev S.E. Patent Applicant, Odessa National Maritime Academy. - № u0101 10883; stated on 06.10.2014; Published on 05/12/2015, by Jul. No. 9
9. Patent 100293 UA. IPC G08G 3/00 (2015/01), Means of information provision for maneuvering a ship. / Tovstokoriy O.M., Maltsev S.E., Ben A.P. Applicant Kherson State Maritime Academy. - No. u 127127; stated on 11/26/2014; Published on July 27, 2015 by Bul. No. 14
10. Patent 111646 UA. IPC (2016.01) G08G 3/00 Navigational device for choosing the type of motion control vector. / Golikov V.V, Maltsev S.E. Applicant: National University "Odessa Maritime Academy". - No. 2016 02487; stated on March 14, 2016; Published on November 25, 2011, by Jul. No. 22
11. Patent 78679 UA. IPC G08G 3/00, B63V 49/00. Device for information provision of pilot shipboard posting / A.S. Maltsev, II Vorohobin, VV Golikov, VI Sokolenko (Ukraine); Applicant and Patent Owner Odessa National Maritime Academy - No. U 11569; 08/10/2012; published March 25, 2013 - Bul. No. 6.-4 s.
12. Patent 91006 UA. IPC (2014.01) G08G 3/00. A device for information provision for maneuvering a seagoing vessel. / Golikov V.V., Maltsev S.E. Applicant: Odessa National Maritime Academy. - № u2013 04429; stated on April 25, 2013; Published on June 25, 2014, by Jul. No. 12
13. Maltsev S.E. Cognitive system for assessing the position of the pole of a ship turning using effective algorithms. / S.E.Maltsev // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Natural and Technical Sciences. 2018. V1 (19), issue 171. -P. 37 - 42.
14. Golikov V.V. Algorithm for determining the position of the pole of a turn of a marine vessel / V.V.Golikov., S.E.Maltsev. Science Magazine. - Kherson.: KhSMA, 2013. №1 (8). P. 21 - 27.
15. Maltsev A.S. Methodological bases of maneuvering ships when approaching // A.S. Maltsev, V.V.Golikov., I.V. Safin., And others. - Odessa: ONMA, 2013.-218 p.

Navigation device for decision-making support for the automatic planning of vessel movement by trajectory points at entry / exit of the port. Category: marine navigational systems

S. E. Maltsev

Abstract. The article considers the IMO's requirements for planning the transition of the vessel and noted that the methods of planning on the high seas were sufficiently developed, but the planning of the curvilinear sections and the way from the point of reception of the pilot to the berth is not sufficiently developed. Existing recommendations for stealing a pilotage passage plan can not be used for navigational purposes. The system of planning the scenario maneuvering plan for inversion mooring is proposed, which differs from the existing possibility of planning curvilinear sections of the high-precision method and its use for navigational purposes, using decision support systems for operative control of motion in a given trajectory. It uses the well-known principle of traffic planning by way of waypoints, for precise planning of trajectory points, taking into account the water area for maneuvering and the characteristics of the management of this vessel. Scientific novelty is protected by Ukrainian patents and priority publications. The proposed method of automatic road planning during mooring can be used in the development of a regulatory document of the IMO on the recommendations for the preparation of a mooring plan for navigation purposes, the development of navigational decision support systems during maneuvering, when performing scientific research and studying in marine educational institutions.

Keywords: IMO requirements; inverse planning method; scenario plan; trajectory points; curvilinear motion; method of waypoints.