

## СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ИМ ШВАРТОВНОЙ ОПЕРАЦИИ К БОРТУ ОБЪЕКТА ШВАРТОВКИ

*Ю.И. Юдин, доктор технических наук, профессор*

*Б.В. Дабижя, аспирант*

*Г.М. Соловьев, аспирант*

*С.О. Петров, старший преподаватель*

В статье представлен новый способ управления судном на примере выполнения им швартовной операции к борту объекта швартовки. На примере швартовки к судну на якорь рассмотрен способ контроля положения по отклонениям двух точек от заданной линии и приведены формулы для аналитического расчёта модели. Представлены необходимые судовые технические средства для осуществления управления судном данным способом. Область применения данной работы связана с разработкой программно-аппаратных систем поддержки принятия решений с целью повышения безопасности контроля движения по заданной траектории.

**Ключевые слова:** швартовная операция Ship-to-Ship, способ управления движением, контроль положения судна.

In this article we presented a new way to control a vessel using the example of its mooring operation to the side of the mooring facility. As an example of mooring to a vessel at anchor, we considered a method of monitoring the position by deviations of two points from a given line and formulas for analytical calculation of the model. The necessary ship technical means for monitoring the vessel by said method are presented in this article. The scope of this work is related to the developing of software-hardware decision-making systems in order to improve the safety of movement control along a given trajectory.

**Keywords:** ship-to-ship mooring operation, method of controlling movement, monitoring vessel's position.

**Введение.** Судоводитель, управляющий швартуемым судном, должен непрерывно контролировать текущее состояние трёх взаимодействующих систем – внешней среды, собственного судна и судна, к борту которого осуществляется швартовка, а также прогнозировать характер протекания динамических процессов в этих системах. Это значит, что он должен непрерывно получать и оценивать огромное количество информации о состоянии всех контролируемых систем. На основании этого судоводитель должен непрерывно принимать решения, касающиеся характера действий швартуемого судна, и, прежде всего, это относится к управлению основными параметрами движения судна (курс, скорость).

Эффективность швартовной операции в указанных условиях во многом зависит от уровня профессиональных знаний и практического опыта судоводителя, управляющего швартуемым судном. Однако не всегда профессиональных знаний и практического опыта оказывается достаточно, чтобы безопасно выполнить такое сложное маневрирование, как швартовная операция к борту подвижного судна. Необходимо признать, что в рассматриваемых условиях, осуществление безопасного маневрирования возможно только в том случае, когда большая часть информационной нагрузки судоводителя будет с него снята за счёт использования современных информационных технологий, в частности, компьютерных технологий.

Для решения задач, связанных с совершенствованием способов и методов выполнения швартовных операций, на наш взгляд, следует, прежде всего, обратить внимание на методы и способы применения современных компьютерных технологий на базе существующих технических средств, используемых в судовождении. В данном случае имеются в виду судовые технические средства, позволяющие осуществлять непрерывный контроль за основными кинематическими и динамическими параметрами движения судна. На основании этой информации можно управлять судном в соответствии с заданными сигналами управления, которые рассчитываются по выработанным алгоритмам, исходя из обстоятельств, складывающихся в процессе маневрирования.

### Способ управления по отклонениям двух точек от заданной линии

Предлагается инновационный принцип управления по отклонениям носовой (F) и кормовой (A) точек судна от некоторой линии, которая далее условно называется заданной линией (ЗЛ), т.е. линией, положение которой задаётся координатами двух точек. Причём указанные точки могут быть как неподвижными, так и подвижными [1], [2].

Рассмотрим выработанный на основании этого принципа способ управления движением судна, осуществляющего выполнение швартовной операции к борту перемещающегося объекта

(судна партнёра). Основными техническими средствами, которые используются в данном способе управления, являются:

- приёмники спутниковой навигационной системы (СНС), установленные в двух, разнесённых по длине судна точках, определяющие текущие координаты последних;

- бортовой компьютер, обеспечивающий обработку информации, поступающей с приёмников СНС и определяющий параметры сигнала управления;

- судовые средства управления движением швартуемого судна, осуществляющие управление им в заданном режиме движения.

Суть предлагаемого способа управления судном при выполнении им швартовочной операции к борту судна партнёра заключается в следующем.

Сигнал управления движением швартуемого судна формируется исходя из величин поперечных смещений, расположенных на его диаметральной плоскости (ДП) носовой  $F$  и кормовой  $A$  точек от текущего положения ЗЛ, связанной определенным образом с траекторией сближения (рисунок 1)

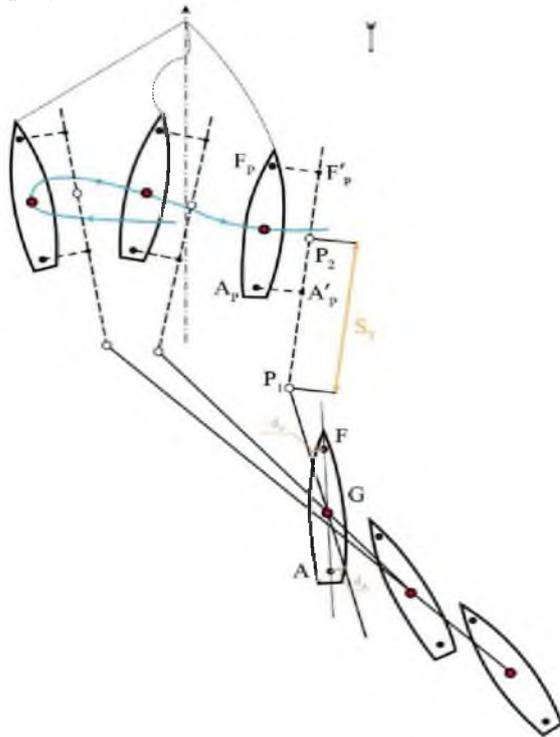


Рисунок 1 – Движение швартуемого судна при швартовке к подвижному объекту (судно на якоре)

Она в общем случае является линией, меняющей свое положение на плоскости из-за изменения текущих координат двух заданных точек (ЗТ), определяющих текущее положение ЗЛ.

Для вычисления поперечных смещений носовой  $F$  и кормовой  $A$  точек швартуемого судна от ЗЛ, их координаты в неподвижной координатной системе  $F(X_{0F}, Y_{0F}), A(X_{0A}, Y_{0A})$  измеряют с помощью СНС, например, GPS с дифференциальными поправками DGPS, перекладку руля швартуемого судна производят в зависимости от комбинации поперечных смещений его носовой  $d_F$  и кормовой  $d_A$  точек относительно текущего положения ЗЛ, которое определяют, используя текущее положение ЗТ, минимум одна из которых рассматривается как объект, с которым происходит сближение на данном этапе швартовки. В частности, на 1-ом этапе швартовки к борту судна партнёра, стоящему на якоре (см. Рисунок 1) в качестве заданных точек рассматриваются:  $G$  – центр тяжести (ЦТ) швартуемого судна;  $P_1$  – точка, расположенная на ЗЛ  $F'_pA'_p$  от точки  $P_2$  на расстоянии равном тормозному пути  $S_T$ , необходимом для перехода швартуемого судна с исходной скорости (скорость на 1-ом этапе швартовки) на скорость равную скорости течения в районе швартовки (особенность швартовки к судну, стоящему на якоре), на 2-ом этапе швартовки: точка  $P_1$  и  $P_2$  – точка, расположенная на ЗЛ  $F'_pA'_p$  и определяющая положение ЦТ швартуемого судна в конце 2-го этапа швартовки. Как видно, положение точки  $P_2$  определяет положение швартуемого судна относительно борта судна партнёра в конечной стадии швартовки.

Текущее положение ЦТ швартуемого судна  $G$ , т.е. его текущие координаты в неподвижной координатной системе  $X_0Y_0$  рассчитывают в соответствии со схемой, представленной на рисунке 2 по формулам:

Текущее положение ЦТ швартуемого судна  $G$ , т.е. его текущие координаты в неподвижной координатной системе  $X_0Y_0$  рассчитывают в соответствии со схемой, представленной на рисунке 2 по формулам:

$$\left. \begin{aligned} x_{0G} &= x_{0F} - \frac{[(x_{0F} - x_{0A}) \times (x_F - x_G)]}{(x_F - x_A)} \\ y_{0G} &= y_{0F} - \frac{[(y_{0F} - y_{0A}) \times (x_F - x_G)]}{(x_F - x_A)} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $x_{0G}, y_{0G}$  – координаты ЦТ швартуемого судна в неподвижной координатной системе;

$x_{0F}, y_{0F}$  – координаты точки  $F$  в неподвижной координатной системе;

$x_{0A}, y_{0A}$  – координаты точки  $A$  в неподвижной координатной системе;

$x_F, x_A$  – абсцисса носовой и кормовой точек швартуемого судна соответственно, в координатной системе  $XU$ , связанной с судном;

$x_G$  – абсцисса ЦТ швартуемого судна в координатной системе, связанной с судном.

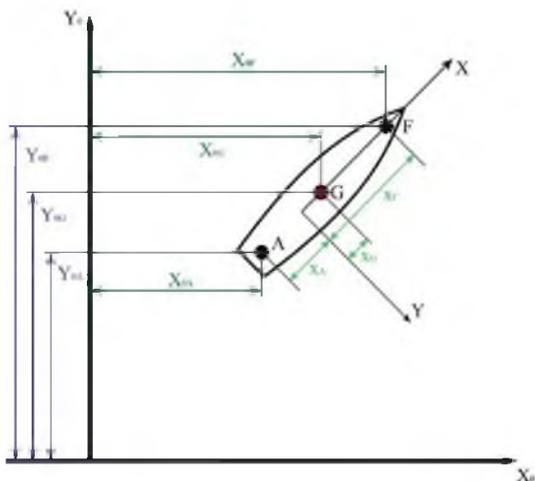


Рисунок 2 – Определение координат точек швартуемого судна

Текущие координаты ЗТ определяют с помощью спутниковой навигационной системы с дифференциальными поправками.

Определяют с помощью СНС с дифференциальными поправками координаты носовой  $F_p$  ( $x_{0F_p}, y_{0F_p}$ ) и кормовой  $A_p$  ( $x_{0A_p}, y_{0A_p}$ ) точек, расположенных на ДП судна партнёра (см. Рисунок 3), стоящего на якоре в неподвижной координатной системе, рассчитывают:

- координаты ЦТ судна, стоящего на якоре

$G_p(x_{0G_p}, y_{0G_p})$  в неподвижной координатной системе по формулам:

$$\left. \begin{aligned} x_{0G_p} &= x_{0F_p} - \frac{[(x_{0F_p} - x_{0A_p}) \times (x_{F_p} - x_{G_p})]}{(x_{F_p} - x_{A_p})} \\ y_{0G_p} &= y_{0F_p} - \frac{[(y_{0F_p} - y_{0A_p}) \times (x_{F_p} - x_{G_p})]}{(x_{F_p} - x_{A_p})} \end{aligned} \right\} (2)$$

где  $x_{0G_p}, y_{0G_p}$  – координаты ЦТ судна, стоящего на якоре в неподвижной координатной системе;

$x_{0F_p}, y_{0F_p}$  – координаты точки  $F_p$  в неподвижной координатной системе;

$x_{0A_p}, y_{0A_p}$  – координаты точки  $A_p$  в неподвижной координатной системе;

$x_{F_p}, x_{A_p}$  – абсцисса носовой и кормовой точки судна, стоящего на якоре соответственно, в координатной системе  $X_p Y_p$ , связанной с судном, стоящим на якоре;

$x_{G_p}$  – абсцисса ЦТ судна партнёра, стоящего на якоре в координатной системе, связанной с этим судном;

- координаты точек  $F'_n(x_{F'_p}, y_{F'_p})$  и  $A'_n(x_{A'_p}, y_{A'_p})$ , расположенных на перпендикулярах к ДП судна, стоящего на якоре восстановленных в точки  $F_p$  и  $A_p$  соответственно, по формулам:

$$\left. \begin{aligned} x_{F'_p} &= x_{F_p} + [h + 0.5(B + B_p)] \times \cos \psi_p \\ y_{F'_p} &= y_{F_p} - [h + 0.5(B + B_p)] \times \sin \psi_p \end{aligned} \right\} (3)$$

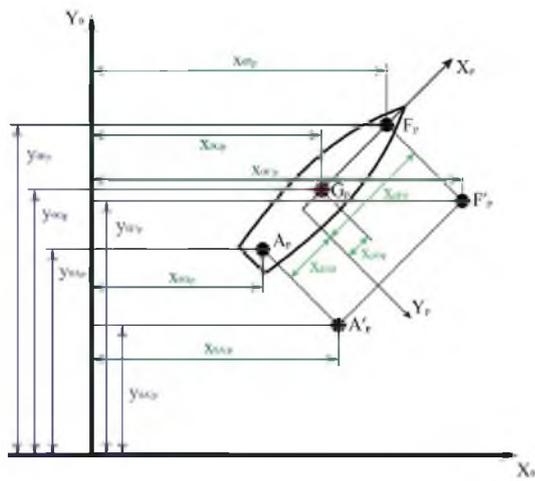


Рисунок 3 – Определение координат точек судна партнёра

$$\left. \begin{aligned} x_{A'_p} &= x_{A_p} + [h + 0.5(B + B_p)] \times \cos \psi_p \\ y_{A'_p} &= y_{A_p} - [h + 0.5(B + B_p)] \times \sin \psi_p \end{aligned} \right\} (4)$$

при этом величина отрезков  $F_n F'_n = A_n A'_n = h_0$  определяется с помощью зависимости, представленной формулой:

$$h_0 = h + 0.5(B + B_p) \quad (5)$$

где  $B$  – ширина швартуемого судна;  $B_p$  – ширина судна партнёра;  $\psi_p$  – курс судна партнёра;  $h$  – расстояние между бортами швартуемых судов в конце 3-го этапа швартовки. Значение курса судна партнёра  $\psi_p$  рассчитывается с использованием значений координат точек  $F_p$  и  $A_p$  в неподвижной координатной системе, а именно:

$$\psi_p = \arctg \left( \frac{x_{0F_p} - x_{0A_p}}{y_{0F_p} - y_{0A_p}} \right) \quad (6)$$

- координаты проекции центра тяжести судна партнёра  $G'_p(x_{0G'_p}, y_{0G'_p})$  в неподвижной координатной системе на ЗЛ в конечной стадии швартовки, проходящую параллельно диаметральной плоскости судна партнёра через точки  $F'_p$  и  $A'_p$ :

$$\left. \begin{aligned} x_{0G'_p} &= x_{0G_p} + h_0 \cos \psi_p \\ y_{0G'_p} &= y_{0G_p} - h_0 \sin \psi_p \end{aligned} \right\} (7)$$

- координаты второй заданной точки  $P_2(x_{0P_2}, y_{0P_2})$  в неподвижной координатной системе:

$$\left. \begin{aligned} x_{0P_2} &= x_{0G'_p} + m \sin \psi_p \\ y_{0P_2} &= y_{0G'_p} + m \cos \psi_p \end{aligned} \right\} (8)$$

где  $m$  – расстояние между ЦТ швартуемого судна и судна партнёра по направлению ЗЛ  $F'_p A'_p$ .

- координаты первой заданной точки  $P_1(x_{0P_1}, y_{0P_1})$  в неподвижной координатной системе:

$$\left. \begin{aligned} x_{0P_1} &= x_{0P_2} - S_T \sin \psi_p \\ y_{0P_1} &= y_{0P_2} - S_T \cos \psi_p \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где  $S_T$  – тормозной путь швартуемого судна (рисунок 4) при переходе его со скорости  $v = v_n$  к скорости  $v = v_k = v_{st}$  ( $v_n$  – начальная скорость, то есть скорость швартуемого судна в первой заданной точке  $P_1$ ,  $v_k$  – конечная скорость, то есть скорость швартуемого судна во второй заданной точке  $P_2$ ,  $v_{st}$  – скорость течения в районе якорной стоянки), длина тормозного пути равна расстоянию, проходимому швартуемым судном при переходе его из заданной точки  $P_1$  в заданную точку  $P_2$ .

Текущее значение длины тормозного пути швартуемого судна может быть рассчитано с использованием уравнения его движения

$$\frac{dv}{ds} = f(v, C_1, C_2, C_3, \dots) \quad (10)$$

где  $v$  – текущее значение скорости швартуемого судна;  $s$  – путь;  $C_1, C_2, C_3, \dots$  – текущие значения параметров уравнения движения швартуемого судна, зависящие от текущих значений параметров, характеризующих текущее состояние загрузки судна и внешней среды (водоизмещения швартуемого судна; параметров посадки корпуса; направления и скорости ветра; параметров волнения; направления и скорости течения; глубины акватории в районе выполнения швартовочной операции).

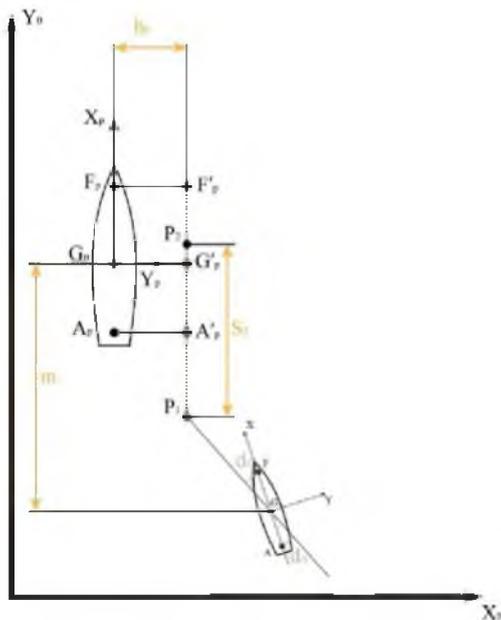


Рисунок 4 – Движение швартуемого судна по траекториям сближения

Текущее значение длины тормозного пути швартуемого судна в процессе его сближения

с судном, стоящем на якорю определяется интегрированием уравнения движения швартуемого судна (10) в пределах от  $v = v_n$  до  $v = v_{st}$ , т.е.

$$S_T = \int_{v_n}^{v_{st}} f(v, C_1, C_2, C_3, \dots) dv \quad (11)$$

При этом текущие значения параметров уравнения движения швартуемого судна (10)  $C_1, C_2, C_3, \dots$  в процессе выполнения швартовочной операции может непрерывно идентифицироваться с использованием метода, описанного в работах [3], [4].

Наличие полученных указанным способом данных, позволяет осуществлять сближение швартуемого судна с судном партнёром в три этапа:

I-ый этап – выход швартуемого судна в первую ЗТП $P_1$ . Текущее положение первой ЗТП $P_1(x_{0P_1}, y_{0P_1})$  на текущем положении линии, проходящей через текущее положение точек  $F'_p(x_{F'_p}, y_{F'_p})$  и  $A'_p(x_{A'_p}, y_{A'_p})$  определяется величиной отрезка  $P_1P_2$ , длина которого равна расстоянию, проходимому швартуемым судном при снижении его текущей скорости  $v$  до значения равного скорости течения  $v_{st}$ , в момент выхода швартуемого судна на траверз судна партнёра, то есть в момент, когда центр тяжести швартуемого судна будет находиться в точке  $P_2$ . Управление швартуемым судном во время сближения с судном партнёром, например, стоящим на якорю осуществляется по величинам поперечных отклонений носовой  $d_F$  и кормовой  $d_A$  точек швартуемого судна от текущего положения траектории сближения, проходящей через текущее положение центра тяжести швартуемого судна  $G(x_{0G}, y_{0G})$  и текущего положения первой заданной точки  $P_1(x_{0P_1}, y_{0P_1})$ .

Возникающие поперечные смещения вырабатывают сигнал на отклонение рулевого органа, например, руля швартуемого судна, по закону:

$$\alpha_r = -k_F d_F + k_A d_A \quad (12)$$

где  $k_F, k_A$  – коэффициенты усиления по поперечным смещениям носовой и кормовой точек швартуемого судна от текущего положения траектории сближения. Это положительные величины, причём  $k_F$  больше  $k_A$ . Угол перекадки руля  $\alpha_r$  считается положительным при его перекадке в сторону правого борта швартуемого судна.

Окончание I-го этапа сближения швартуемого судна с судном, стоящим на якорю совпадает с моментом выхода швартуемого судна в первую заданную точку, то есть в момент, когда

центр тяжести швартуемого судна будет находиться в точке  $P_1$ .

II-ой этап – выход швартуемого судна во вторую заданную точку  $P_2$ . Текущее положение второй заданной точки  $P_2 (x_{0P2}, y_{0P2})$  на текущем положении линии, проходящей через точки  $F'_p(x_{F'p}, y_{F'p})$  и  $A'_p(x_{A'p}, y_{A'p})$  определяется заданным расстоянием  $m$  между центрами тяжести швартуемого судна и судна партнёра в конечной стадии швартовки. Управление швартуемым судном во время сближения с судном партнёром осуществляется по величинам поперечных отклонений носовой  $d_F$  и кормовой  $d_A$  точек швартуемого судна от текущего положения траектории сближения, в качестве которой используется текущее положение линии, проходящей через точки  $F'_p(x_{F'p}, y_{F'p})$  и  $A'_p(x_{A'p}, y_{A'p})$ . Окончание II – го этапа сближения швартуемого судна с судном, стоящим на якоре совпадает с моментом выхода швартуемого судна во вторую заданную точку, то есть в момент, когда центр тяжести швартуемого судна будет находиться в точке  $P_2$ .

III-этап. После выхода швартуемого судна в точку  $P_2$  осуществляется дальнейшее сближение швартуемых судов до непосредственного контакта «борт к борту» (рисунок 5).

С этой целью, заданное текущее положение траектории сближения швартуемых судов, т.е. линия  $F'_pA'_p$  постепенно смещается параллельно ДП судна партнёра, например, стоящего на якоре в сторону судна, стоящего на якоре со скоростью не больше допустимого значения скорости поперечного движения швартуемого судна в направлении судна партнёра  $v_d$ .

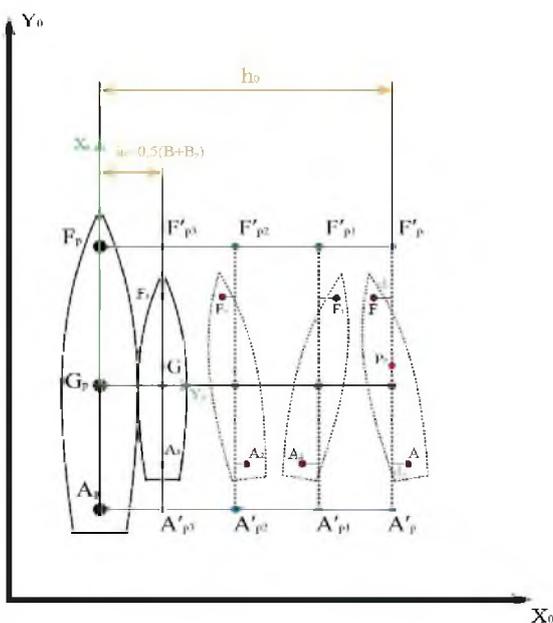


Рисунок 5 – Движение швартуемого судна на третьем этапе швартовки

Скорость  $v_d$  определяется исходя из безопасности швартовной операции, а именно, из условия безопасного гашения поперечной скорости движения швартуемого судна в момент непосредственного контакта швартуемых судов средствами кранцевой защиты борта судна, стоящего на якоре. Параллельное смещение линии  $F'_pA'_p$  в сторону судна, стоящего на якоре обусловлено смещением точек  $F'_p$  и  $A'_p$ , текущее положение которых рассчитывается непрерывно в зависимости от значения расстояния  $h$  между бортами швартуемых судов. Постепенное уменьшение значения  $h$  в соответствии с законом

$$\frac{dh}{dt} = f(v_d, h, h_0, \dots) \quad (13)$$

приводит к изменению значения задаваемого расчётным способом расстояния между ДП швартуемых судов  $h_0 = h + 0,5 \times (B_p + B)$ , что, в свою очередь, изменяет координаты точек  $F'_p$  и  $A'_p$  и в конечном итоге линия  $F'_pA'_p$  смещается в сторону судна, стоящего на якоре оставаясь параллельной его ДП.

Смещение линии  $F'_pA'_p$  от исходного положения в сторону судна, стоящего на якоре образует смещение  $d_F, d_A$  носовой  $F$  и кормовой  $A$  точек швартуемого судна соответственно. Формируется сигнал управления  $\alpha_r = -k_F d_F + k_A d_A$ , и ДП швартуемого судна приводится к новому положению линии  $F'_pA'_p$  до их полного совпадения. Далее процесс смещения линии  $F'_pA'_p$  по указанному алгоритму в сторону судна, стоящего на якоре будет повторяться многократно, также многократно будут образовываться смещения носовой  $d_F$  и кормовой  $d_A$  точек швартуемого судна относительно текущего положения линии  $F'_pA'_p$ . Смещения носовой  $F$  и кормовой точек  $A$  швартуемого судна относительно текущего положения линии  $F'_pA'_p$  будут приводить к формированию управляющего сигнала средства управления швартуемым судном. Работа средства управления вернёт ДП швартуемого судна на линию, совпадающую с текущим положением линии  $F'_pA'_p$ .

Смещение линии  $F'_pA'_p$  в сторону судна, стоящего на якоре будет происходить до тех пор, пока расстояние  $h_0$  между ДП швартуемых судов не будет равно значению, определяемому из выражения  $h_0 = 0,5 \times (B_p + B)$ , т.е., в этот момент расстояние между бортами швартуемых судов будет равно нулю  $h = 0$ . Указанный момент в предлагаемом способе управления судном при выполнении им швартовной операции к борту судна, стоящего на якоре считается моментом окончания III-го, последнего этапа швартовной операции.

**Заключение.**

Представленный и описанный в настоящей статье инновационный способ управления движением судна в процессе выполнения швартовочной операции к борту подвижного объекта на примере швартовки к судну, стоящему на якоре может быть использован при выполнении швартовочных операций к судну, лежащему в дрейфе, а также находящемуся на ходу. Кроме того, он может быть использован и для управления движением судна при осуществлении им сложных маневров в процессе выполнения ряда ключевых судовых операций.

Однако, чтобы проверить работоспособность и эффективность предлагаемого инновационного способа управления судном, требуется решить ряд конкретных задач, над решением которых работают авторы настоящей статьи.

**Литература**

1. Пат. 2475410 Российская Федерация, МПК В 63 Н 25/00 (2006.01). Способ управления судном при выполнении им швартовочной операции к борту судна партнера / Ю.И. Юдин, С.Н. Холичев, С.О. Петров; заявитель и патентообладатель Мурманский гос. техн. ун-т.- № 2011137696/11; заявл. 13.09.2011; опубл. 20.02.2013, Бюл. № 5. - 7 с. : ил.
2. Пат. 2509031 Российская Федерация, МПК В 63 Н 25/52 (2006.01). Способ управления судном при выполнении им швартовочной операции к борту судна партнера, стоящего на якоре / Юдин Ю.И., Иванов В.В., Холичев С.Н., Петров С.О.; заявитель и патентообладатель Мурман. госуд. техн. ун-т.- № 2012143196/11; заявл. 09.10.2012; опубл. 10.03.2014, Бюл. № 7. - 9 с. : ил.
3. Пашенцев, С.В. Параметрическая идентификация маневренных характеристик по результатам испытаний типа "Зигзаг"/ Пашенцев С.В. //Мурманск. Вестник МГТУ.- 2010.- том 13.- №4.- С.11.

4. Юдин, Ю.И. Использование принципа максимума для параметрической идентификации математической модели судна/ Ю.И. Юдин, С.В. Пашенцев. -М.: Наука и техника транспорта, №2, 2006, С.100-107.
5. Юдин Ю.И., Кондратьев С.И., Боран-Кешпшьян А.Л., Холичев С.Н., Глинская И.В. Mathematical modeling of tanker broadside motion controlled on the basis of deviations from the aimed// LINE Морские интеллектуальные технологии.- 2018.- № 1-3 (41).- С. 228-232

**REFERENCES**

1. Pat. 2475410 Rossijskaya Federaciya, MPK V 63 N 25/00 (2006.01). Sposob upravleniya sudnom pri vypolnenii im shvartovnoj operacii k bortu sudna partnera / YUdin YU.I., Holichev S.N., Petrov S.O. ; zayavitel' i patentoobladatel' Murmanskij gos. tekhn. un-t.- № 2011137696/11 ; zayavl. 13.09.2011 ; opubl. 20.02.2013, Byul. № 5. - 7 s. : il.
2. Pat. 2509031 Rossijskaya Federaciya, MPK V 63 N 25/52 (2006.01). Sposob upravleniya sudnom pri vypolnenii im shvartovnoj operacii k bortu sudna partnera, stojashchego na yakore / YUdin YU.I., Ivanov V.V., Holichev S.N., Petrov S.O.; zayavitel' i patentoobladatel' Murman. gosud. tekhn. un-t.- № 2012143196/11 ; zayavl. 09.10.2012 ; opubl. 10.03.2014, Byul. № 7. - 9 s. : il.
3. Pashencev, S.V. Parametricheskaya identifikaciya manevrennyh harakteristik po rezul'tatam ispytaniy tipa "Zigzag"/ Pashencev S.V. - Murmansk. Vestnik MGTU, 2010, tom 13, №4, s.11.
4. Yudin, YU.I. Ispol'zovanie principa maksimuma dlya parametricheskoj identifikacii matematicheskoj modeli sudna/ YU.I. YUdin, Pashencev S.V. -M.: Nauka i tekhnika transporta, №2, 2006, S.100-107.
5. YUdin YU.I., Kondrat'ev S.I., Boran-Keshish'yan A.L., Holichev S.N., Glinskaya I.V. Mathematical modeling of tanker broadside motion controlled on the basis of deviations from the aimed// line Morskije intellektual'nye tekhnologii. 2018. № 1-3 (41). S. 228-232..

УДК656.052.4:656.052.7

DOI: 10.34046/aumsuomt92/15

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ КОНТЕЙНЕРОВОЗА ПРОЕКТА ARCTIC CONTAINER SHIP ACS 650 ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПОВ ШВАРТОВКИ

*Ю.И. Юдин, доктор технических наук, профессор,  
С.В. Пашенцев, кандидат физико-математических наук, профессор,  
Б.В. Дабижса, аспирант,  
Г.М. Соловьёв, аспирант  
С.О. Петров, старший преподаватель*

Статья посвящена параметрической идентификации моделей движения судна на различных этапах швартовки. Авторами предлагается новый способ управления судном при выполнении сложного маневрирования. Производится выборка нескольких из известных моделей движения на различных углах