

-
- Acoust. Soc. Am. – 1962. – Vol. 34. – No. 6. – P. 866.
6. Сташкевич А.П. Акустика моря / А.П. Сташкевич. – Л.: Судостроение, 1966. – 354 с.
 7. Del Grosso V.A. New equation for the speed of sound in natural waters (with comparisons to other equations) / V.A. Del Grosso // J. Acoust. Soc. Amer. – 1974. – Vol. 56. – No. 4. – P. 1084-1091.
 8. Полосин А.С. Вычисление скорости звука в морской воде / А.С. Полосин // Вестник МГУ.– 1967.–Сер. 5.– География.– № 3.– С. 101-106.
 9. Leroy C.C. Development of Simple Equations for Accurate and More Realistic Calculation of the Speed of Sound in Seawater / C.C. Leroy // J. Acoust. Soc. Am. – 1969. – Vol. 46. – No. 1B. – P. 216-226.
 10. Frye H.W. A New Equation for the Speed of Sound in Seawater / H.W. Frye, J.D. Pugh // J. Acoust. Soc. Am. – 1971. – Vol. 50. – No. 1B. – P. 384 – 386.
 11. Fofonoff N.P. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater / N.P. Fofonoff, R.C. Millard Jr. – UNESCO , 1983. – 44. – 54 p.
 12. Leroy C.C. A new equation for the accurate calculation of sound speed in all oceans / C.C. Leroy, S.P. Robinson, M.J. Goldsmith // J. Acoust. Soc. Am. – 2008. – 124. – No. 5. – P. 2774-2782.

Ярошенко О.О.

ОБЧИСЛЕННЯ ШВИДКОСТІ ЗВУКУ В МОРСЬКІЙ ВОДІ. ВІД КОЛЛАДОНА І ШТУРМА ДО НАШИХ ДНІВ

У статті наводяться і аналізуються різні формули для обчислення швидкості звуку в морській воді залежно від температури, солоності та гідростатичного тиску. Знання вертикального розподілу швидкості звуку необхідне для точного виміру глибини місця судновими ехолотами.

Ключові слова: швидкість звуку, солоність, гідростатичний тиск

A.A. Yaroshenko

THE CALCULATION OF SOUND VELOCITY IS IN THE SEA WATER. FROM COLLADON AND STURM TO OUR DAYS

In the article described and analysed the various formulas to the compute the sound velocity in the seawater as a function of a temperature, salinity and hydrostatic pressure. Knowledge of the vertical distributing of the sound velocity is necessary for accurate measurement of the depth of shipboard sonar.

Keywords: sound velocity, salinity, hydrostatic pressure

УДК 004.9

Богом'я В.І., Бондаренко С.І., Кривенко Н.В.

РОЗРОБЛЕННЯ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ ДИНАМІЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ НА ПАСАЖИРСЬКИХ СУДАХ

У даній статті розглянуті можливості використання систем динамічного позиціонування для пасажирських суден. На основі проведеного аналізу запропоновано використання систем динамічного позиціонування на пасажирських судах для запобігання людських жертв та зменшення пошкоджень в аварійних ситуаціях і аваріях.

Ключові слова: система динамічного позиціонування, пасажирські судна, аварійні ситуації, людський фактор.

Постановка завдання. Метою використання системи динамічного позиціонування є розроблення науково-технічних пропозицій щодо використання систем динамічного позиціонування на пасажирських суднах для запобігання людським жертвам і травмам та зменшення пошкоджень у аварійних ситуаціях та аваріях. Крім того, розглянута можливість скорочення витрат часу та матеріальних затрат (ресурсів) при складних, динамічних умовах експлуатації пасажирських суден, таких як: швартовка, проходження вузькостей, приймання на борт з іншого судна людей, провізії, палива, на підходах до портів і на акваторіях портів, в умовах недостатньої видимості та вночі.

Метою даної статті є розробка науково-технічних рекомендацій по використанню систем динамічного позиціонування на пасажирських суднах, розгляд методів зниження аварійності та/або зменшення пошкоджень внаслідок виникнення аварійних ситуацій/аварій на пасажирських суднах.

Виклад основного матеріалу. Як відомо, система динамічного позиціонування – комплекс, призначений для автоматичного і дистанційного управління пропульсивними механізмами судна з метою динамічного утримання його над точками позиціонування з заданою точністю. Система динамічного позиціонування забезпечує утримання судна на заданому курсі та в заданих точках ведення експлуатації системи, а також маневрування судна під час швартовки, проходженні вузькостей, прийманні на борт з іншого судна людей, провізії, палива, на підходах до портів і на їх акваторіях і в умовах недостатньої видимості та вночі. Система динамічного позиціонування дозволяє швидко, з високою ефективністю і надійністю виконувати роботи при швартовці, проходженні вузькостей, прийманні на борт з іншого судна людей, провізії, палива [1]. Також система динамічного позиціонування дозволяє відмову чи часткову відмову від допоміжних суден таких, як буксири, скорочуючи при цьому витрати палива і зменшуючи знос судна, підвищуючи рентабельність при експлуатації судна, покращуючи умови роботи екіпажу.

Основою системи динамічного позиціонування є обчислювальний комплекс, в який надходять вимірювання від радіонавігаційного та іншого навігаційного обладнання. Ці вимірювання обробляються з метою формування оцінок навігаційних параметрів судна – координат і швидкостей судна щодо бажаної позиції [1]. На основі цих оцінок і математичної моделі судна, що імітує його динаміку, обчислювальний комплекс виконує розрахунок і виробляє сигнали управління гребними гвинтами, підрулюючим пристроєм і рулями.

Можливість утримання судна в заданій зоні визначається рівнем збурюючих сил і моментів і можливістю їх компенсації за допомогою судових пропульсивних установок. У свою чергу, можливість компенсації визначається обмеженнями на пропульсивні механізми та законом виконання управління. Ясно, що точність виконання управління, відповідного необхідному закону, залежить від точності і тимчасової дискретності оцінок навігаційних параметрів руху судна і визначається статистичними характеристиками даних, що надходять від навігаційних систем і алгоритмів їх оброблення [2].

За рахунок використання сучасних радіонавігаційних систем і устаткування та спільної обробки інформації від різних систем можна добитися високої точності та малого інтервалу дискретності при формуванні оцінок навігаційних параметрів.

Системи динамічного позиціонування є надзвичайно важливими саме для пасажирських суден, адже можуть запобігти великим катастрофам/зменшити серйозність втрат. Розглянемо деякі випадки аварій пасажирських суден.

31.08.1986 о 23 год 12 хв. в Цемеській бухті зіткнувся балкер «Петро Васев» і пасажирський пароплав «Адмірал Нахімов». В результаті зіткнення «Адмірал Нахімов» затонув, забравши життя 423 чоловік з 1243 осіб.

Т/х «Михайло Лермонтов». Об. 02.1986 р. вийшов з п. Сідней в круїз навколо Нової Зеландії з 408 пасажирями на борту (екіпаж 330 осіб). На швидкості близько 15 вузлів двічі вдарився дном об підводні камені скелястої мілини в районі мису Джексон і отримав велику пробоїну по лівому борту нижче ватерлінії, в результаті чого затонув на глибині 33 м. Загинула 1 людина.

Т/х «Коста Конкордія» збудований в 2006 році. У 2006 році перебував на 10-му місці в Топ-10 найбільших круїзних суден в світі. 13.01.2012 зазнав аварії. Під час катастрофи лайнера загинуло 30 людей, ще двоє вважаються зниклими безвісті. Більше 4 тисяч людей було евакуйовано, серед них є постраждалі. «Коста Конкордія» стала найбільшим в історії пасажирським судном, що потерпіло аварію.

У вересні 2000 року в Егейському морі, біля берегів острова Парос затонув грецький паром «Експрес Саміна», на борту якого знаходилося більше півтисячі пасажирів і членів екіпажу. 60 людей загинули і 20 пропали безвісті. Паром наштовхнувся на скелю, виступаючу над водою, на якій стоїть маячок, світло якого видно на відстані 11 кілометрів. Погода була відмінною, але команда не помітила, що судно пішло з курсу.

Можна зробити дуже безпечне судно. Так, проектується рятувальні катери і шлюпки. Вони не тонуть, навіть повністю заповнені водою. Але комерційні судна проектують, балансує між вимогами фізики і прагненням навантажити судно максимально корисним вантажем. І тому всякі випадковості - відкриті невчасно ілюмінатори, як було на «Булгарії», великі пробоїни, які відразу розкривають кілька водонепроникних відсіків - призводять до стрімкої загибелі судна.

Тому проблема зниження аварійності і сьогодні продовжує залишатися актуальною. Як правило, будь-яка аварія є наслідком спільного прояву декількох причин і несприятливих факторів. У кожному разі важливо чітко виділяти основну причину і супутні їй людський фактор і безпеку мореплавання.

Основними причинами аварій судна в сучасних умовах є:

- 1) порушення Міжнародних правил попередження зіткнень суден в морі;
- 2) зіткнення з іншим судном або об'єктом;
- 3) стихійне лихо і погані погодні умови;
- 4) конструкційні помилки;
- 5) вихід з ладу обладнання;
- 6) погана остійність судна; пожежа на судні; навігаційні помилки; людський фактор; військові дії тощо [3].

Однак у всіх цих причинах чітко проглядається один, найважливіший фактор – людський.

Порушення правил безпеки мореплавання може бути пов'язано з індивідуальними якостями окремих людей, найчастіше негативними: недисциплінованістю, халатністю та недбалістю, некомпетентністю, емоційною нестійкістю і т.п. Такі причини і передумови аварійних випадків, в яких проявляється провина конкретної людини, об'єднують поняттям «особистий фактор». Це поняття включає в себе характеристики людини безвідносно до характеристик технічних засобів, з якими вона взаємодіє [4].

Однак, відомі випадки, коли досвідчені капітани, що зарекомендували себе спеціалістами вищої кваліфікації, приймали невірне рішення, часом навіть в порівняно нескладних ситуаціях. При наявності ускладнень кожній людині властиві обмеження можливостей, зумовлені невідповідністю її психологічних і психофізіологічних характеристик рівню складності завдань, які виникають перед нею в конкретних умовах трудової діяльності. Ці характеристики, які проявляються в ситуації взаємодії людини і технічних систем, отримали назву «людський фактор».

Помилки людини являють собою її дії, неадекватні ситуації. Помилки розцінюються як вияв людського фактора, вони, як правило, ненавмисні: людина виконує невірні дії, розцінюючи їх як вірні чи найбільш підходящі.

Причини, що сприяють виникненню помилок, можна об'єднати в кілька груп:

- недоліки інформаційного забезпечення;
- обмеження, зумовлені проявами зовнішніх факторів;
- обмеження, викликані фізичним і психологічним станом і властивостями людини;
- обмеженість ресурсів підтримки і виконання прийнятого рішення.

Недоліки інформаційного забезпечення можуть проявлятися як дефіцит інформації, необхідної для прийняття рішення, інформаційне перевантаження, при якому серед сигналів, що надходять, важко виділити ті, які призначені для прийняття рішення; фрагментарність інформації, що надходить.

Дефіцит інформації призвів до зіткнення на Темзі екскурсійного пароплава «Принцеса Аліса» з вантажним пароплавом «БайуеллКасл» (1878 р.), в результаті якого загинуло понад 700 осіб.

Система динамічного позиціонування при введенні її на пасажирських судах дозволить контролювати та інформувати про незаплановану зміну курсу чи найменші небезпеки і прорахування можливих ризиків при використанні її в таких умовах: на підходах до портів і на їх акваторіях, в умовах недостатньої видимості та вночі, проходження вузькостей, швартовці, прийманні на борт з іншого судна людей, провізії, палива [5].

Розглянемо керуючі сили і моменти, якими система динамічного позиціонування компенсує дії зовнішніх факторів і виконує завдання, поставлені оператором. Для наочності розглянемо рідко використовувану найбільш інформативну конфігурацію рушіїв, а саме: поворотна колонка, підрулюючий пристрій тунельного типу, два гвинти фіксованого кроку в комбінації з спільнокерованими напівбалансирними рулями (рис. 1).

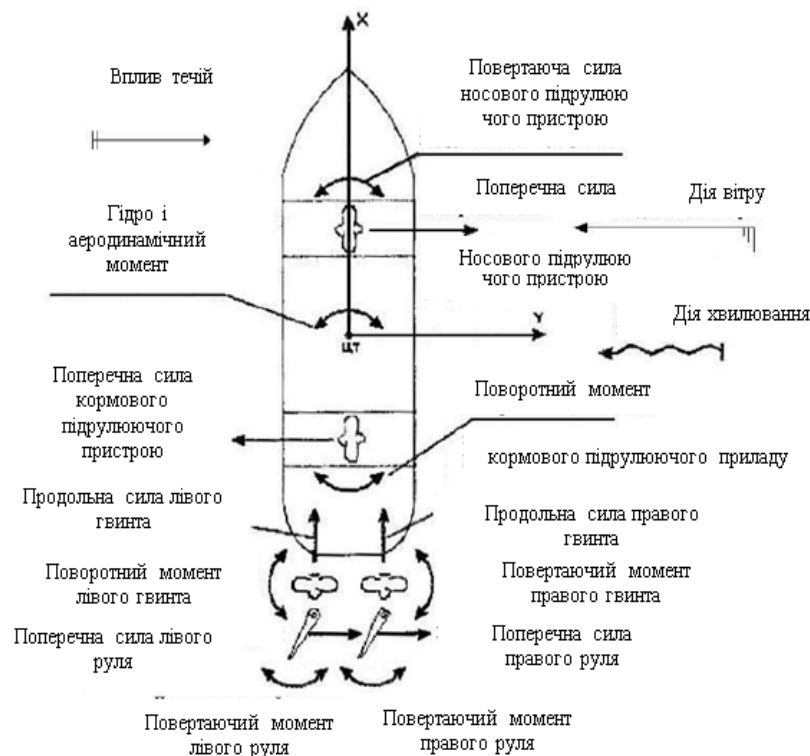


Рис.1. Принцип дії системи динамічного позиціонування

Спроекуємо вектора упорів рушіїв на осі X і Y

$$|Xy| = |T_p^1| + |T_p^2| + |T_{AZ1}^1|; \quad (1)$$

$$|Yy| = |T_T^1| + |T_R^1| + |T_R^2| + |T_{AZ2}^1|; \quad (2)$$

$$|My| = |T_p^1 y_p^1| + |T_p^2 y_p^2| + |T_T^1 x_T^1| + |T_R^1 x_R^1| + |T_R^2 x_R^2| + |T_{AZ2}^1 x_{AZ2}^1|, \quad (3)$$

де X_y – проекція векторів упорів рушіїв на вісь; X ; Y_y – проекція векторів упорів рушіїв на вісь; Y ; M_y – моменти, створювані рушіями (рис.1).

Для утримання судна в заданому положенні необхідне виконання наступних умов:

$$X_y \geq X_{\text{возд}}; Y_y \geq Y_{\text{возд}}; M_y \geq M_{\text{возд}}, \quad (4)$$

де $X_{\text{возд}}$ – проекція векторів сил впливу на судно на вісь X ; $Y_{\text{возд}}$ – проекція векторів сил впливу на судно на вісь Y ; $M_{\text{возд}}$ – моменти, створювані силами, що зміщують судно із положення рівноваги.

Умова системи нерівностей (4) визначає можливість роботи систем динамічного позиціонування в конкретних умовах. Можливості роботи систем варіюються і вказуються виконавцем по всім лімітуючим параметрам. На додаток до умови (4) лімітуючими параметрами будуть кліренс і вібрація. Кліренс і вібрація по суті визначають можливість роботи системи в умовах мілководдя. Робота систем динамічного позиціонування в умовах широкого мілководдя або мілководного каналу має ряд особливостей. Це і виникнення додаткових сил впливу, і зниження ефективності роботи рушіїв. Слід зазначити, що поліпшення роботи систем динамічного позиціонування в умовах впливу факторів навколишнього середовища можна досягти шляхом: збільшення потужності рушіїв; найбільш ефективного розташування рушіїв; поліпшення роботи систем динамічного позиціонування та її компонентів.

Система отримує інформацію про зовнішні впливи за допомогою сенсорів, які часто дублюються. Про вітер – за допомогою датчиків вітру. Про курс – за допомогою гірокомпасу і GPS. Про кути крену і диференту, характеристику качки – за допомогою електронних систем визначення параметрів качки. Також використовується інформація лага, ехолота, пристроїв вимірювання кутової швидкості рискання, системам визначення місця судна.

В різних задачах мається на увазі не тільки точне визначення координат, але й точне визначення положення судна відносно об'єкта. Для цього використовують системи супутникової навігації, включаючи закриті комерційні кодування. Також використовують системи позиціонування відносно об'єктів: тугонатягнутий трос; системи гідроакустики; радіосистеми, лазерні системи позиціонування

Середні характеристики перелічених систем [1] наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристики систем визначення положення судна

Тип	Радіус дії	Максимальна глибина, м	Точність	Обмеження у використанні
Системи гідроакустики	5 глибин	4000	1 - 2% від глибини	немає обмежень
Радіосистеми	30 км	-	1 м	необхідна установка передавача на об'єкт
Лазерні системи	250 м	-	0,5 м	необхідний об'єкт, щодо якого визначається позиція
СНС	немає обмежень	-	3 м	немає обмежень

Висновки. Використання систем динамічного позиціонування на пасажирських суднах дозволить знизити відсоток аварійності, в тому числі і за рахунок супровідного поліпшення підготовки командних кадрів, більш жорсткого міжнародного технічного нормування, широкого впровадження сучасних електронавігаційних приладів і систем регулювання судноплавства в жвавих районах, на підходах до портів та на їх акваторіях і в умовах недостатньої видимості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вагущенко Л.Л., Цимбал М.М. Системи автоматичного управління рухом судна. - 3-е вид.,

-
- перероб. і доп. – Одеса: Фенікс, 2007. – 328 с.
2. Koollaas C.P., Design of Man-Machine interface for Dynamic Tracking/ Dynamic Positioning Systems of a Trailing Hopper Dredger. M.Sc. thesis Univ.of Tech. Delft (Dec. 1998). – 174 p.
 3. Вагущенко Л.Л., Кошовий А.А. Автоматизовані комплекси судноводіння. Підручник для морських академій – Видавництво «КВІЦ», Київ, 2000 р. – 292 с.
 4. Александров В.Л., Матлах А.П., Нечаев Ю.И., Поляков В.И., Ростовцев Д.М. Интеллектуальные системы в морских исследованиях и технологиях/ Под ред. Ю.И.Нечаева. СПб: Изд. центр СПбГМТУ, 2001. – 395 с.
 5. Барахта А.В. Структура и принципы работы систем динамического позиционирования / А. В. Барахта, Ю. И. Юдин // Вестн. МГТУ : Труды Мур-ман. гос. техн. ун-та. 2009. - Т. 12, № 2. – 212 с.

V. Bogomya, S. Bondarenko, N. Krivenko

DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC AND TECHNICAL PROPOSALS FOR THE USE OF DYNAMIC POSITIONING

This article discusses the possibility of using dynamic positioning systems for passenger vehicles. Based on the analysis of the proposed use of dynamic positioning systems on passenger ships to prevent loss of life and reduce injuries in emergency situations and accidents.

Богомья В.И., Бондаренко С.И., Кривенко Н.В.

РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СИСТЕМ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

В данной статье рассмотрены возможности использования систем динамического позиционирования для пассажирских судов. На основе проведенного анализа предложено использование систем динамического позиционирования на пассажирских судах для предотвращения человеческих жертв и уменьшения повреждений в аварийных ситуациях и авариях.

УДК 629.5.014.65

Даник А.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПАСНОСТИ «СУХОГО» СМЕЩЕНИЯ НАВАЛОЧНОГО ГРУЗА

Рассмотрено влияние на поведение судна «сухого» смещения навалочного груза на примере некоторых упрощенных механических моделей возникновения и развития кренящего момента.

Ключевые слова: *равновесие формы, смещение груза, безопасность судна, механическое моделирование смещения.*

На примере простейшей формы смещения (первоначально горизонтальная свободная поверхность, груз смещается в виде равномерного и равнообъемного пересыпания) найдем общее выражение для кренящего момента через основные характеристики судна. При этом будем считать, что судно испытывает бортовую качку с амплитудой Θ , Θ_1 , Θ_2 , Θ_3 ... и что закон смещения свободной поверхности характеризуется углом ее поворота относительно первоначального горизонтального положения $\beta_w = \Theta - \alpha_{np}$, где α_{np} – некоторый угол предельного равновесия груза, до достижения которого смещения свободной поверхности не происходит.