

Бондаренко С.І.

ЕКСПЛУАТАЦІЯ СУДЕН З УРАХУВАННЯМ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ДИНАМІЧНОГО ПОЗИЦІОНУВАННЯ

У статті розглянуто експлуатацію суден з урахуванням використання системи динамічного позиціонування. Проведено аналіз використання систем динамічного позиціонування на судах для запобігання людських жертв та зменшення пошкоджень в аварійних ситуаціях.

Ключові слова: система динамічного позиціонування, безпека, аварійні ситуації, процес вдосконалення.

Вступ. Системи динамічного позиціонування використовуються для підвищення безпеки експлуатації суден, запобігання людських жертв і травм та зменшення пошкоджень в аварійних ситуаціях та аваріях.

Динамічне позиціонування є керованою комп'ютером системою для автоматичної підтримки позиції судна з використанням гвинтів і двигунів. Система орієнтації в поєднанні з датчиками вітру, датчиками руху та гірокомпасом подає інформацію в комп'ютер для розрахунку величини і напрямку навколишніх сил, діючих сумарно на позицію судна. Комп'ютерна програма містить математичну модель судна, яка включає інформацію, що стосується вітру і течії, опору судна і розташування двигунів. Ці знання у поєднанні з датчиками інформації дозволяють комп'ютеру виконати розрахунки необхідного кута перекладу рульового пера і допоміжних підрулюючих двигунів для кожного двигуна і допоміжних підрулюючих двигунів [2].

Метою даної статті є розглянути експлуатацію суден з урахуванням використання системи динамічного позиціонування та розглянути шляхи вдосконалення системи динамічного позиціонування

Виклад основного матеріалу. Відповідно до Правил класифікації та побудови суден Регістра судноплавства України, системи динамічного позиціонування класифікуються наступним чином: DP 1, DP 2, DP 3.

Система динамічного позиціонування класу 1 (DP 1) є системою з мінімальним резервуванням. При цьому втрата положення судна над координатою позиціонування може відбутися при одиничній відмові.

DP 2 відповідає класу 2 резервування підсистем, яке забезпечує утримання судна над координатою позиціонування при одиничній відмові в будь-якому активному елементі системи, при цьому мається на увазі, що відмова в якомусь пасивному елементі системи виключена. DP 3 відповідає класу 3 резервування, яке забезпечує утримання судна над координатою позиціонування в наступних варіантах: одинична відмова в одному активному та пасивному елементі, які знаходяться в різних водонепроникних відсіках або відмова активних і пасивних елементів, які знаходяться в одному з будь-яких водонепроникних відсіків в результаті затоплення або пожежі, або відмови активних і пасивних елементів, які знаходяться в будь-яких з протипожежних зон в результаті пожежі або вибуху. Міжнародні морські класифікаційні товариства мають свої позначення класів систем динамічного позиціонування. Проведений огляд класифікації систем динамічного позиціонування показує, що існуюча класифікація відображає у першу чергу норми безпеки до проведення технологічної операції по галузі [3].

Розглянемо схему СДП класу 3 на рисунку 1.

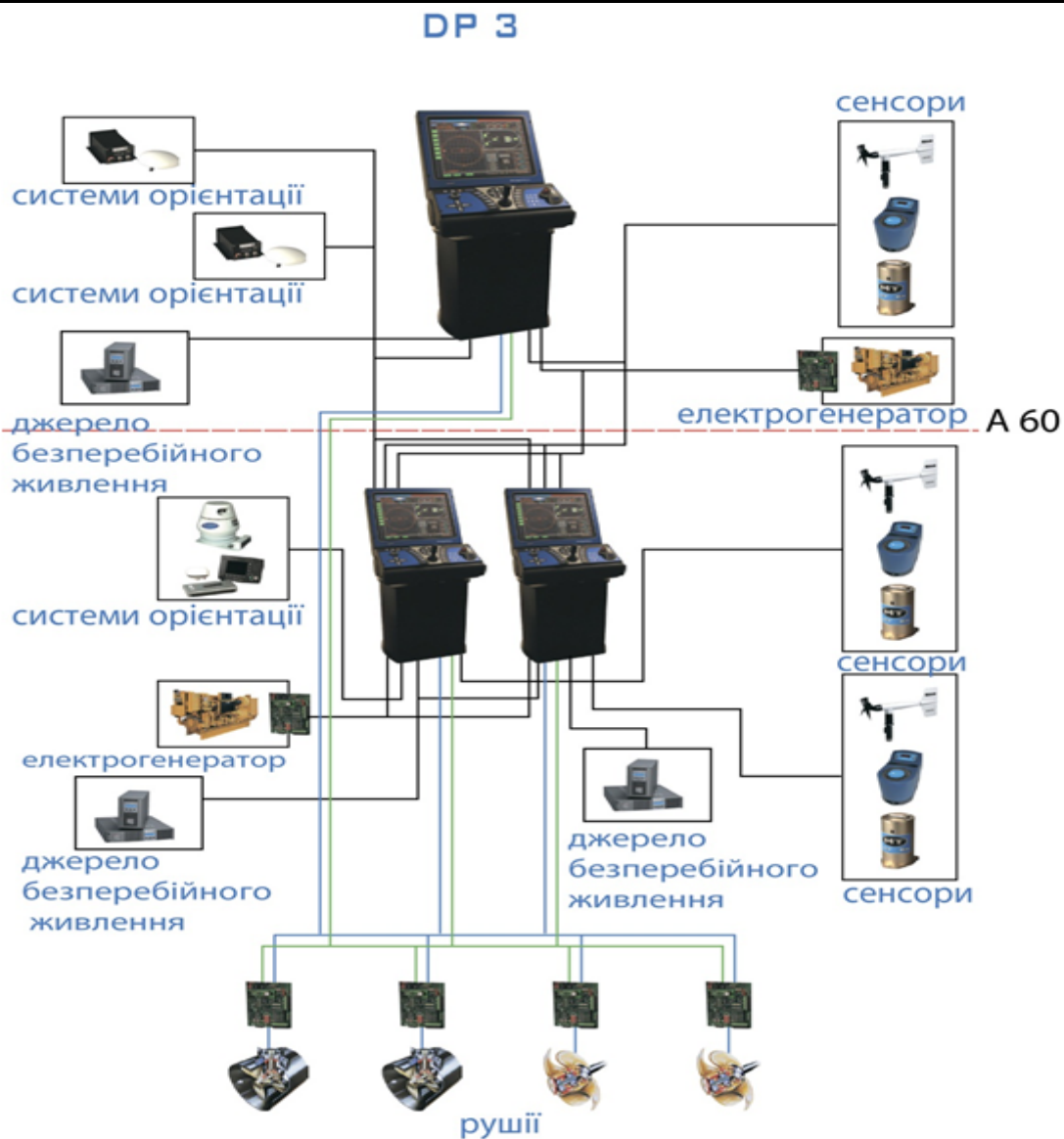


Рис.1. Система динамічного позиціонування класу 3

Система динамічного позиціонування обробляє інформацію про місцезнаходження судна щодо заданої точки позиціонування, далі в інформаційно-командному комплексі відбувається обчислення сил і моментів, що діють на судно, виробляються команди, що надходять до рухово-рульового комплексу, відпрацювання яких приводить до стабілізації судна відносно заданої точки. На сьогодні в системі динамічного позиціонування тільки датчик вітру дає прямі вимірювання по швидкості і напрямку вітру. Велика частина параметрів зовнішніх впливів на судно обчислюється шляхом непрямих вимірювань на підставі даних з датчиків, далі перетворених за емпіричними формулами з використанням математичної моделі руху судна. Математична модель руху судна є основою інформаційного командного комплексу судна. Важливо відзначити, що в інформаційно-командний комплекс входить фільтр Калмана, пов'язаний з математичною моделлю судна, фізичний зміст якого зводиться до фільтрації шумів у даних динамічної системи на підставі попереднього стану системи і передбачення подальшого [1].

З ускладненням завдань управління судном використання систем динамічного позиціонування на круїзних суднах пріоритетним стає напрямок комплексного вдосконалення систем динамічного позиціонування. Процес вдосконалення системи динамічного позиціонування включає два циклічно повторювані етапи, що представлені на рисунку 2.



Рис.2. Процес вдосконалення систем динамічного позиціонування

Таким чином, вдосконалення може відбуватися на двох етапах:

1. Збір статистичних даних по функціонуванню системи динамічного позиціонування на підставі експлуатації системи динамічного позиціонування.
2. Проектування нового покоління систем динамічного позиціонування.

Сукупність показників якості систем динамічного позиціонування, що забезпечують ефективність і безпечну експлуатацію, можна розділити на групи, що представлені на рисунку 3 [4].



Рис.3. Сукупність показників якості систем динамічного позиціонування, що забезпечують ефективність і безпечну експлуатацію

Розглянемо групи показників більш детально:

- ✓ показники якості функціонування, що характеризують динамічні властивості, точність, швидкодію. Із зростанням рівня автоматизації ці показники повинні, безумовно, підвищуватися. При цьому значно ускладнюється конструктивна реалізація системи;
- ✓ показник надійності і безпеки, що характеризує ймовірність безвідмовної роботи системи. Очевидно, що з ускладненням системи показник надійності системи знижується. Можливі два шляхи підвищення цих показників: підвищення надійності комплектуючих виробів і застосування резервних (дублюючих) способів і відповідних резервних самостійних каналів управління;

-
- ✓ узагальнені показники суднових динамічних систем управління характеризуються, перш за все, масою, габаритами і вартістю.

У результаті очевидно, що шляхи підвищення показників надійності та безпеки системи динамічного позиціонування для різних типів суден будуть відрізнятися. Так, наприклад, для флоту спеціального призначення, що працює в локально обмеженому просторі, пріоритетним буде резервування обладнання, а для круїзних суден – підвищення надійності комплектуючих виробів.

Інформація, що генерується блоком математичної моделі судна, передається в блок формування програми руху. Там інформація обробляється регулятором позиції та регулятором швидкості.

З блоку формування програми руху сигнали про необхідності в керуючих силах і моментах йдуть до виконавчого блоку, де формується алгоритм розподілу опорів. Далі сигнал надходить на рушії, які з властивою їм затримкою (обумовленою максимальною швидкістю розвороту поворотної колонки або швидкістю розвороту лопаті ВРШ) створюють необхідні опори.

Слід зазначити, що система і оператор мають постійну інформацію в режимі реального часу про стан рушіїв.

Контроль за допомогою джойстика є альтернативним варіантом управління судна. Управління здійснюється оператором, який задає вектор бажаного зміщення. Сигнал надходить відразу до виконавчого блоку, який формує алгоритм розподілу опорів. Далі керуючий сигнал йде безпосередньо до рушіїв. Режим джойстика також має функцію автоматичного утримання курсу. Режим джойстика вимагає досить високих практичних навичок від оператора. Цей режим можна використовувати при швартуванні, при підходах, при виконанні буксируваних робіт (зокрема, джойстик полегшує роботу судноводіїв при перестановці бурових платформ).

Наведемо результати спостереження роботи системи динамічного позиціонування в реальних умовах і комп'ютерного моделювання в табл. 1. Дані судна, що виконує динамічне позиціонування :

- ✓ назва – «Zamil -52»,
- ✓ брутто реєстровий тоннаж – 1546 р.т.,
- ✓ клас СДП – 1,
- ✓ потужність ГЕУ – 5400 кВт,
- ✓ потужність двох носових підрулюючих пристроїв тунельного типу – 1036 кВт,
- ✓ рушії – 2 гвинторульові колонки з насадками Корта.

Зовнішній вплив :

- ✓ напрямок вітру – 320 градусів,
- ✓ швидкість – 20 вузлів,
- ✓ напрямок хвилювання – NW,
- ✓ висота хвилювання – до 2 м.

Здійснюється утримання позиції судна в автоматичному режимі. Спостереження проводилися в Перській затоці.

Як видно з результатів, викладених у табл. 1, судно робить коливання навколо утримуваної позиції та утримуваного курсу. Період коливань північ-південь складає 2-3 хвилини для моделювання та 4-5 хвилин для натурних спостережень. Період маневрування становить 4-5 хвилин як для моделювання, так і для натурних спостережень. Амплітуди коливань становлять 0,7 м для моделювання та 1,2 м для натурних спостережень. Це підтверджує можливість використання комп'ютерного моделювання для досліджень систем динамічного позиціонування.

Існує багато виробників систем динамічного позиціонування: «Rolls-Royce», «Navis», «Kongsberg» та ін. Робота кожної з них може бути описана вищенаведеною схемою, хоча кожна система має свої експлуатаційні особливості. Знання цих особливостей і обмежень відіграє важливу роль при виконанні робіт, пов'язаних з динамічним позиціонуванням.

Поряд з глибокими знаннями, уважністю, умінням швидко оцінювати ситуацію і приймати нестандартні рішення відмінною рисою оператора СДП є усвідомлення великої відповідальності при виконанні роботи. Адже найчастіше в руках оператора систем динамічного позиціонування життя людей [1].

Таблиця 1

Точність утримання позиції СДП

| Час, хв | Мішотворне моделювання | | | Натуральне випробування | | |
|------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| | Відхилення від заданої позиції, м | Заданий курс, град | Відхилення від заданої позиції, град | Відхилення від заданої позиції, м | Заданий курс, град | Відхилення від заданої позиції, град |
| 00:00 | 0,0; 0,0 | 000 | 0 | 0; 0 | 000 | 0 |
| 01:00 | 0,2S; 0,3E | 000 | + 0,1 | 0,6N; 0,4E | 000 | +0,2 |
| 02:00 | 0,3N; 0,4E | 000 | +0,7 | 0,2N; 0,1E | 000 | +0,5 |
| 03:00 | 0,7N; 0,6E | 000 | -0,2 | 0,2S; 0,1W | 000 | +0,2 |
| 04:00 | 0,2S; 0,1E | 000 | -0,4 | 0,8S; 0,9W | 000 | +0,2 |
| 05:00 | 0,1N; 0,3E | 000 | -0,6 | 0,4S; 0,1E | 000 | -0,1 |
| 06:00 | 0,3S; 0,1W | 000 | +0,1 | 0,3S; 0,2E | 000 | -0,2 |
| 07:00 | 0,1N; 0,2E | 000 | +0,3 | 0,2S; 0,3E | 000 | -0,7 |
| 08:00 | 0,5N; 0,3E | 000 | +0,4 | 0,1N; 0,2E | 000 | -0,6 |
| 09:00 | 0,1S; 0,1W | 000 | +0,5 | 0,5N; 0,7E | 000 | -0,8 |
| 10:00 | 0,5S; 0,1W | 000 | 0 | 0,1S; 0,2W | 000 | +0,5 |
| 11:00 | 0,2N; 0,4E | 000 | -0,2 | 0,7S; 0,5W | 000 | +0,3 |
| 12:00 | 0,6N; 0,3E | 000 | -0,4 | 1,2S; 0,7E | 000 | +0,3 |
| 13:00 | 0,1S; 0,1E | 000 | -0,4 | 0,1S; 0,1W | 000 | +0,2 |
| 14:00 | 0,4S; 0,2W | 000 | +0,1 | 0,3N; 0,2E | 000 | -0,1 |
| 15:00 | 0,1S; 0,1E | 000 | +0,4 | 0,5N; 0,4E | 000 | -0,1 |

Висновки. Покращення роботи системи можна досягти удосконаленням роботи блоку математичної моделі судна, а саме: пред'явити наступні вимоги до алгоритмів оцінювання курсу та кутової швидкості маневрування та до алгоритмів оцінювання координат і швидкостей:

- 1) фільтрація хвильової складової курсу і кутової швидкості;
- 2) оцінювання низькочастотної складової курсу та кутової швидкості;

-
- 3) оцінювання низькочастотної складової збурюючого моменту;
 - 4) діагностування відмов і збоїв у вимірах гірокомпаса;
 - 5) робота по одному та двом гірокомпасам;
 - 6) фільтрація хвильової складової руху;
 - 7) оцінювання низькочастотних складової координат і швидкостей;
 - 8) оцінювання низькочастотної складової збурюючих сил;
 - 9) стійкість до збоїв у вимірах;
 - 10) діагностування відмов і збоїв у вимірах;
 - 11) комплексування вимірів, що мають різну дискретність;
 - 12) можливість зміни в довільний момент часу базової навігаційної системи;
 - 13) відсутність стрибків при включенні / виключенні навігаційних датчиків.

Ці напрямки є на сьогоднішній день найбільш перспективними.

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. Marine Control Systems Guidance Navigation and Control of Ships Rigs and Underwater Vehicles by Thor I Fossen, 2002.
3. Михайлов В. С., Кудрявцев В. Г. Обеспечение навигационной безопасности. Учебное пособие. – Киев: Арістей, 2006. – 380 с.
4. Анучин О. Н., Емельянцева Г. И. Интегрированные системы ориентации и навигации для морских подвижных объектов. – Санкт-Петербург, 1999. – 357 с.

Бондаренко С.И.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВ С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

В данной статье рассмотрена эксплуатация судов с учетом использования системы динамического позиционирования. Проведен анализ использования систем динамического позиционирования на судах для предотвращения человеческих жертв и уменьшения повреждений в аварийных ситуациях.

***Ключевые слова:** система динамического позиционирования, безопасность, аварийные ситуации, процесс совершенствования.*

Bondarenko S.

OPERATION OF VESSELS WITH THE USE OF DYNAMIC POSITIONING

This article describes the operation of ships, taking into account the use of a dynamic positioning system. The analysis of the use of dynamic positioning systems on ships to prevent loss of life and reducing damage in emergency situations.

***Keywords:** dynamic positioning, security, emergency situations, the process of improvement.*