

Богом'я В.І., Бойко С.О., Панчишин О. І., Поляков Г. Е., Савін Р. О.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СУДЕН

В сучасних умовах перспективи суднобудування для кожної морської держави визначаються не стільки досвідом і наявністю бази для побудови суден, скільки можливістю укомплектувати їх необхідними технічними системами і засобами. Визначальним фактором будівництва стають ефективні технології об'єднання технічних засобів судна в єдину інтегровану систему. Створення такої системи дозволить, зокрема, скоротити номенклатуру і кількість обладнання на судні, а також провести уніфікацію радіоелектронних засобів, пультів, запасних частин, інструментів і джерел живлення.

Впровадження загальносуднових систем обміну даними поліпшить взаємодію різних комплексів, систем та їх елементів протягом усього життєвого циклу. Створення єдиного інформаційного простору дозволить найбільш повно задовольнити як зовнішні, так і внутрішні комунікативні потреби судна, а також розширити спектр засобів комунікації.

Ключові слова: синтез, багатокритеріальність, невизначеність цілей, система, управління судном, автоматизація

Постановка завдання у загальному вигляді

Не потребує доказу те, що транспорт, як інфраструктурна галузь, має розвиватися випереджальними темпами з метою сприяння швидкому соціально-економічному розвитку країни та її міжнародної інтеграції.

Другою бездоказовою тезою є безпека в цієї галузі. Але в Україні існує проблема, наприклад, в тому що державі є більше декілька сот судноплавних організацій різних форм власності, з яких більшість експлуатують менше 2-3 судна. Вони не мають обов'язкової для здійснення ефективної професійної діяльності бази та відповідних спеціалістів. Також вони не забезпечують правила технічного обслуговування транспортних засобів, не знають діючих нормативних вимог і таке інше [1 – 5].

Аналіз досліджень і публікацій

Проблеми функціонування та розвитку підприємств транспортної галузі, зокрема підприємств водного транспорту України розглядали та досліджували в своїх працях такі автори як Панін В.В., Богом'я В.І., Майборода О.М., Баранов Г.Л., Соломенцев О.В., Тихонов І.В., Мачалін І.О., Давидов В.С. та інші.

На думку експертів на безпеку судноплавства найчастіше впливають: зношеність суден, судового, портового та іншого обладнання; неуккомплектованість водних судноплавних шляхів навігаційними знаками, порушення правил зберігання і транспортування небезпечних речовин; відхилення від проектної документації при виробництві й експлуатації обладнання, технічних засобів; застарілість гідротехнічних споруд; неякісне виконання регламентних та ремонтних робіт; перевищення норм перевезення пасажирів і вантажів; неуккомплектованість суден рятувальними засобами; порушення правил техніки безпеки і охорони праці; здійснення правопорушень і злочинів, що роблять замах на безпеку у сфері водного транспорту; послаблення контролю за

безпекою судноплавства і у сфері експлуатації суден, у зв'язку з переходом останніх в приватну власність та ін. [6 – 8].

Так, наприклад, за офіційними даними Ради Головної Державної інспекції України з безпеки судноплавства у процентному співвідношенні аварійні події (АП) по видах транспорту розподіляються таким чином: на морському транспорті – 24 % (18 АП); на річковому транспорті – 5,3 % (4 АП); на маломірних суднах – 33,3 % (25 АП); на іноземних суднах – 37,3 % (28 АП).

Тому заходи що спрямовані на покращення показників безпеки є важливими та актуальними для галузі морського та річного транспорту. Особливо варто підкреслити питання стосовно такої важливої складової будь-якого судна, як системи навігації та управління рухом. Дослідження, які виконані в дисертації стосовно шляхів розвитку систем навігації та управління рухом суден показує, що найбільш перспективним напрямом удосконалення даних систем є їх комплексування, інтеграція та створення на основі такого об'єднання «інтегральних мостікових систем управління судном». Впровадження вищезазначених систем навігації та управління судном призведе до нового рівня їх ефективності та безпеки. Аналіз наукових та інженерних підходів розробки та впровадження інтегрованих мостікових систем управління дозволів виявити ряд системних недоліків та зауважень.

Формулювання цілей (мети) статті

Для вирішення даних системних недоліків в статті сформульована *мета роботи*, яка полягає в розробці моделей та методів аналізу і синтезу автоматизованої системи управління суден на основі апіорних оцінок технічної ефективності, які забезпечують гарантований рівень безпеки руху в критичних умовах.

Виклад основного матеріалу дослідження

Сутністю технології інтегрування обладнання ходової рубки є створення більшої структури – інтегрованої мостікової системи (Integrated Bridge System), яка об'єднує системи навігації, управління рухом, управління головною енергетичною установкою та зв'язком, а також пульти управління загальнокорабельними системами судна, підрулюючими, вантажно-розвантажувальними пристроями тощо.

Розвиток мікроелектроніки сьогодні значною мірою визначає передові технічні рішення в галузі суднобудування [7,8]. На сучасних морських судах завершується перехід від окремих пристроїв і простих систем управління до використання інтегрованих електронних мікропроцесорних систем, які в комплексі вирішують завдання управління судовими технічними засобами. Такі електронні комплекси отримали назву – інтегрованих систем ходового містка або інтегрованих мостікових систем (Integrated Bridge System).

Призначення інтегрованої мостікової системи полягає в такому:

- підвищення ефективності управління судном;
- зменшення кількості персоналу, що несе ходову вахту;
- скорочення витрат на технічне оснащення ходового містка;
- здійсненні судноводіння і забезпечення навігаційної безпеки плавання;
- управлінні, зокрема, за допомогою графічного інтерфейсу окремими системами і пристроями судна, а також засобами судового зв'язку, включаючи глобальну морську рятувальну систему;
- збір та обробку інформації від технічних засобів судна;
- створення на основі зібраної інформації єдиного інформаційного поля даних;
- розподіл інформації та її передачі на багатофункціональні засоби відображення для забезпечення виконання посадовими особами своїх обов'язків.

Аналіз показав, що існують два варіанти структури технології інтегрування:

- *Варіант А.* Централізована система. Вона заснована на тому, що обробка інформації і вироблення команд управління відбувається в блоці центрального обчислювача, який стає

основною інтегруючою ланкою, а дві або більше систем, що інтегруються, перетворюються у підсистеми.

- *Варіант В.* Децентралізована (розподілена) система. У цьому випадку використовується архітектура системи-посередника, який не є центром. Система-посередник виступає в якості основної інтегруючої ланки – інтегровані системи залишаються незалежними, а посередник забезпечує зв'язок між ними.

Варіант А характеризується наявністю єдиного контуру управління кораблем з ходового містка. Це дорожче неінтегрованої системи на 50-100%. Застосування цього варіанта найбільш доцільно в якості інтегрованих мостікових систем і комплексних систем управління бойових кораблів.

Варіант Б характеризується меншими витратами на створення інтегрованих мостікових систем в порівнянні з централізованим варіантом. При його впровадженні подорожчання складе 20-40%. Його застосування рекомендується в інтегрованих мостікових системах цивільних суден. Дослідження дозволяють зробити висновок, що технологію інтегрування можна представити у вигляді (рис. 1)

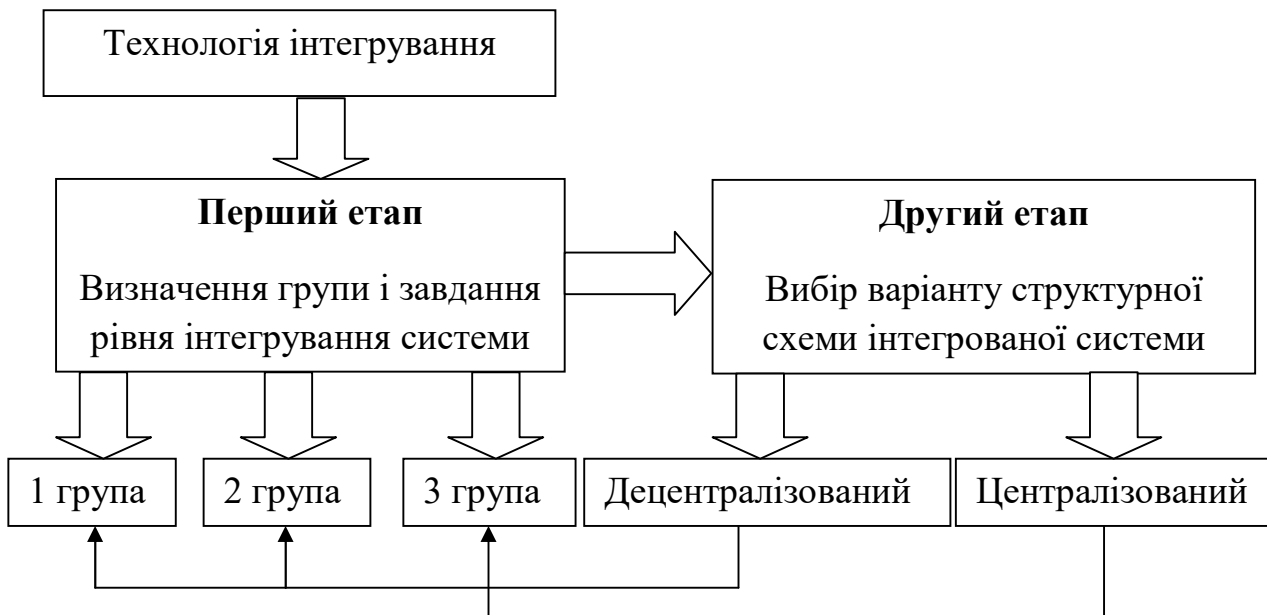


Рис 1. Технологія інтегрування мостікової системи

Перший етап. Визначення групи і завдання рівня інтегрування системи

1 група – низький рівень інтегрування (5-10%) - для малих суден, інтегрування систем навігації і орієнтації, низька вартість інтеграції, подорожчання мостікової системи на 5-20%;

2 група – середній рівень інтегрування (10-30%) для середніх і великих цивільних судів; об'єднує систему навігації, систему автоматизованої радіолокаційної прокладки, систему зв'язку, Авторульовий, пульти управління енергетичною установкою судна, підрулюючими, вантажно розвантажувальними пристроями і ін .; подорожчання мостікової системи на 20-40%;

3 група – високий рівень інтегрування (30-50% і вище) - для військових кораблів і екранопланів; подорожчання мостікової системи на 50-100%.

Другий етап. Вибір варіанту структурної схеми інтегрованої системи

Децентралізований (розподілений) варіант застосовується для першої і другої групи;

Централізований варіант – для третьої групи.

Прикладом реалізації технології може служити макет інтегрованої мостікової системи ходової рубки морського пасажирського судна на підводних крилах проекту 23160 «КОМЕТА 120 М» – спільної розробки ВАТ «ЦКБ по СПК ім. Р. Е. Алексєєва і ВАТ «НВФ» Меридіан»[10].

Мета розробки інтегрованої мостікової системи:

- підвищити ступінь інтеграції входять систем;
- застосувати системний підхід до автоматизації процесів збору, обробки, відображення інформації, а також до виконання функцій навігації, управління судном, радіозв'язку та забезпечення безпеки;

- домогтися максимальної ефективності вахти на містку;

- підвищити ергономічність приладів.

Така система дозволяє інтегрувати:

- функції приладів індикації (пультів індикації і стрілочних приладів) в інтегровану мостікову систему з відображенням інформації на чотирьох сучасних багатофункціональних індикаторах;

- кошти гучномовного зв'язку і трансляції в єдину систему внутрішнього зв'язку;

- управління і індикацію ЕКНІС, засобів навігації та системи управління рухом;

- управління і індикацію засобів радіозв'язку, застосувати багатофункціональні антени, скоротити кількість радіощогл;

а також забезпечити централізоване управління енергетичною системою та іншим обладнанням судна; організувати централізований контроль за роботою обладнання, від якого залежить безпека плавання; автоматизувати виконання комплексних завдань судноводіння; скоротити кількість і масу устаткування входять систем; створити єдине інформаційне середовище, як основу ефективної підтримки рішень штурмана і старпома, зняти з них значну частину фізичного і психологічного навантаження, знизити відсоток аварійності судна з вини особового складу.

Система є складовою частиною бортового обладнання і призначена для забезпечення заданих функцій судноводіння, індикації, контролю і управління основними системами судна.

Таблиця 1

Склад пульта інтегрованої системи

Назва складових інтегрованої системи	Шифр	Число, шт.	Примітка
Пульт контролю і управління	ПКУ	1	Складається із 4 пультових секцій
Центральний пульт	ЦП	1	
Пульт бортовий лівого борта	ПЛБ	1	Складається із 2 пультових секцій
Пульт бортовий правого борта	ППБ	1	Складається із 2 пультових секцій
Потолочний пульт	ПП	1	

Технічні вимоги до інтегрованої мостікової системи

Система повинна взаємодіяти з бортовими інтегрованими системами відповідно до таблиці 2.

Вимоги до системи з прийому та видачі інформації в кодової формі [8,9].

Обмін інформацією між цими системами і апаратурою повинен здійснюватися по резервувати мультиплексному каналу інформаційного обміну відповідно до ГОСТ 26765.5-87, інтерфейсу Ethernet або по кодової лінії зв'язку відповідно до ГОСТ 18977-79.

Таблиця 2

Бортові інтегровані системи

Назва складових інтегрованого пульта системи	Шифр	Число, шт.
Система навігації	СН	1
Система автоматизованого управління головними двигунами	САУ ГД	1
Система автоматизованого управління технічними засобами руху	САУ ТСД	1
Автоматизована система радіозв'язку	АСР	1
Система телеспостереження	СТ	1
Система внутрішнього зв'язку та оповіщення	СВСО	1
Система обміну даними	СОД	1
Система реєстрації параметрів	СРП	1
Загальносуднові системи	ОСС	1
Електроенергетична система	ЕЕС	1

Вимоги до конструкції

Інтегрована мостикова система являє собою інтегрований пульт, який складається з набору уніфікованих пультових модулів, що виконані в єдиному конструктиві та розділені за функціональними ознаками. Система організована таким чином, що частина функцій тієї чи іншої пультової секції може бути виконана з секції іншого функціонального призначення, забезпечуючи взаємозамінність.

Застосування і розвиток технологій інтегрування обладнання ходової рубки судна дозволить перейти до наступного етапу інтеграції суднового устаткування – створення комплексної інтегрованої системи управління судном та його технічними засобами [2,5]. Це загальносуднова інформаційна розподілена система, що має всю суднову інформацію та здатна її передати будь-якому споживачу в будь-який момент часу. Вона повинна відповідати вимогам відкритих інформаційних систем, що забезпечить можливість широкого використання (подальшої модернізації) сучасних апаратно-програмних рішень, забезпечить задані показники надійності і якості інформаційної взаємодії підсистем. Ефект досягається за рахунок впровадження нових інформаційних і мультимедіа технологій.

Створення високопродуктивного обчислювального середовища є основою досягнення високої ефективності комплексної системи. В цьому випадку при вирішенні функціональних завдань забезпечується інтеграція різних видів і форматів даних та мінімальна затримка на передачу інформації споживачеві.

Таким чином, проведений аналіз шляхів розвитку систем навігації та управління рухом суден показує, що найбільш перспективним напрямом удосконалення вищезазначених систем є їх комплексування, інтеграція та створення на основі такого об'єднання інтегральних мостикових систем управління судном. Впровадження

інтегрованих мостікових систем управління судном призведе до нового рівня їх ефективності, істотно змінить умови роботи і підвищить до неї інтерес у членів екіпажів. При цьому зростуть і вимоги до рівня кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Постановка наукового завдання

Для досягнення поставленої мети в статті сформульовано наукове завдання, яке полягає в удосконаленні існуючих та розробці нових моделей та методів аналізу і синтезу автоматизованої системи управління судном на основі апіорних оцінок технічної ефективності комплектуючих підсистем.

Для вирішення сформульованого актуального наукового завдання і досягнення мети досліджень необхідно поставити та вирішити такі часткові завдання дослідження:

- проаналізувати стан безпеки експлуатації засобів водного транспорту та визначити напрямки її забезпечення;
 - дослідити сучасні та перспективні системи управління судном;
 - розробити моделі та методи аналізу і синтезу системи управління судном на основі апіорних оцінок технічної ефективності комплектуючих підсистем;
 - розробити рекомендації щодо застосування запропонованих наукових результатів.
- Перевірити достовірність розроблених моделей та методів.

Математична формалізація наукового завдання

Знайти (розробити)

$$Mdl_i (i = \overline{1, n}): \begin{cases} \langle Mdl_{CH} \Leftrightarrow Mdl_{CY} \Rightarrow Mdl_{opt} \rangle \\ Mdl_{opt} = \langle \Omega, X, A, Kr, f, \Theta, \Delta \rangle \end{cases}, \quad (1)$$

де $Mdl_i (i = \overline{1, n})$ – моделі та методи аналізу і синтезу АСУ;

$Mdl_{CH}, Mdl_{CY}, Mdl_{opt}$ – моделі підсистеми навігації (навігаційного комплексу), системи управління та методи аналізу та синтезу АСУ відповідно;

Ω – постановка задачі синтезу;

X – множина елементів моделі;

$A \subseteq X$ – множина допустимих рішень;

$Kr = \{Kr_1, Kr_2, \dots, Kr_m\}$ – векторний критерій ефективності;

Θ – структура переваг при прийнятті рішення;

Δ – вирішальне правило, яке відображає систему переваг.

Висновки

1. Україна активно діє у всіх міжнародних суспільно-економічних процесах, а це вимагає від транспорту, швидкого розвитку та вдосконалення. За прогнозами експертів через 2-3 роки обсяг перевезення вантажів збільшиться порівняно з останніми роками до 40 %, переробка вантажів у державних морських торговельних портах – до 45 %, обсяг пасажирських перевезень – до 30 %.

2. Аналіз статистичних даних та наукових робіт дозволяє зробити висновок про те, що на безпеку судноплавства найчастіше впливають: зношеність суден, суднового,

портового та іншого обладнання; неуккомплектованість водних судноплавних шляхів навігаційними знаками, порушення правил зберігання і транспортування небезпечних речовин; відхилення від проектної документації при виробництві й експлуатації обладнання, технічних засобів; застарілість гідротехнічних споруд; неякісне виконання регламентних та ремонтних робіт; перевищення норм перевезення пасажирів і вантажів; неуккомплектованість суден рятувальними засобами; порушення правил техніки безпеки і охорони праці; здійснення правопорушень і злочинів, що роблять замах на безпеку у сфері водного транспорту; послаблення контролю за безпекою судноплавства і у сфері експлуатації суден, у зв'язку з переходом останніх в приватну власність та ін. Тому заходи що спрямовані на покращення показників безпеки є важливими та актуальними.

3. Особо варто підкреслити питання стосовно такої важливої складової будь-якого судна, як системи навігації та управління рухом. Дослідження, які виконані в дисертації стосовно шляхів розвитку систем навігації та управління рухом суден показує, що найбільш перспективним напрямом удосконалення даних систем є їх комплексування, інтеграція та створення на основі такого об'єднання «інтегральних мостікових систем управління судном».

4. Аналіз наукових та інженерних підходів розробки та впровадження інтегрованих мостікових систем управління дозволів виявити рід системних недоліків та зауважень. Тому актуальним є наукове завдання удосконалення існуючих та розробки нових моделей та методів аналізу і синтезу автоматизованої системи управління суден на основі апіорних оцінок технічної ефективності комплектуючих підсистем, вирішенню цього завдання і присвячена стаття.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богом'я В.І., Єлсзаров О.П., Павленко М. А., Тимочко О. І., Тимошук О.М. за заг. ред О.М. Тимошук. Основи технічної експлуатації автоматизованої системи управління судном: підручник. Київ, 2018. 305 с.
2. Богом'я В.І., Горбань А.В., Павленко М.А., Тимочко О.І., Тимошук О.М.. За заг. ред. О. М. Тимошук. Особливості системного підходу до вирішення наукових завдань експлуатації суднового обладнання: підручник. Київ, 2018. 305 с.
3. Кудрицкий В.Д. Фильтрация, экстраполяция и распознавание реализаций случайных функций / В.Д. Кудрицкий // К.:ФАДА, ЛТД, 2001. 176 с.
4. Полянин А.Д. Справочник по линейным уравнениям математической физики/ А.Д. Полянин // М.: Физматлит, 2001. – 362 с.
5. Острейковский В.А. Теория надежности / В.А. Острейковский // М.: Высшая школа, 2003. – 463 с.
6. Данік О.В. Відновлення судових комплексів в умовах експлуатації/ О.В. Данік // Телекомунікаційні та інформаційні технології.– 2017. – №1(54). – С.113-116.
7. Балихин В.В. Технологическое обеспечение надежности / В.В. Балихин, Д.И. Севастеев // Л.: СПб ЛТА, 2000. – 86 с.
8. Стандарт ISO 17359-2003. Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://norm-load.ru/SNiP>.
9. ДСТУ 2864-94 Надійність техніки. Експериментальне оцінювання. Контроль надійності. Основні положення [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://document.ua/nadiinist-tehniki.-eksperimentalne-ocinyuvannja.-kontrol-nad-nor8510.html>.
10. Богом'я В.І., Давидов В.С., Доронін В.В., Пашков Д.П., Тихонов І.В.Навігаційне забезпечення управління рухом суден (навчальний посібник). Вид.1-е.–К.:ДВВП «Компас», 2012 . 336 с.

Богомья В.И., Бойко С.А., Панчишкин А. И., Поляков Г. Е., Савин Р. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ

В современных условиях перспективы судостроения для каждой морской державы определяются не столько опытом и наличием базы для постройки судов, сколько возможностью укомплектовать их необходимыми техническими системами и средствами. Определяющим фактором строительства становятся эффективные технологии объединения технических средств судна в единую интегрированную систему. Создание такой системы позволит, в частности, сократить номенклатуру и количество оборудования на судне, а также провести унификацию радиоэлектронных средств, пультов, запасных частей, инструментов и источников питания.

Внедрение общесудовых систем обмена данными улучшит взаимодействие различных комплексов, систем и их элементов в течение всего жизненного цикла. Создание единого информационного пространства позволит наиболее полно удовлетворить как внешние, так и внутренние коммуникативные потребности судна, а также расширить спектр средств коммуникации.

Ключевые слова: синтез, многокритериальность, неопределенность целей, система, управление судном, автоматизация.

Bogomia V.I., Boyko S.A., Panchishkin A.I., Polyakov G.E., Savin R.A.

RESEARCH OF WAYS OF DEVELOPMENT OF AUTOMATED SHIP MANAGEMENT SYSTEMS

In modern conditions, the prospects of shipbuilding for each maritime power are determined not so much by experience and the availability of a base for building ships, but by the ability to equip them with the necessary technical systems and means. The determining factor in the construction are effective technologies for combining the technical equipment of the vessel into a single integrated system. The creation of such a system will make it possible, in particular, to reduce the nomenclature and quantity of equipment on board the ship, as well as to unify radio electronic equipment, remotes, spare parts, tools and power sources.

The introduction of ship-based data exchange systems will improve the interaction of various complexes, systems and their elements throughout the life cycle. Creating a single information space will most fully satisfy both external and internal communication needs of the vessel, as well as expand the range of communication tools.

Key words: synthesis, multicriteria, uncertainty of goals, system, ship control, automation.