

DOI: 10.18372/2310-5461.41.13541

УДК 519.873(045)

**Тимошук О. М.**

Державного університету інфраструктури та технологій  
orcid.org/ 0000-0003-3684-6182  
e-mail: mnielena@gmail.com;

**Іваненко В. М.**

Дунайський факультет морського та річкового транспорту  
Державного університету інфраструктури та технологій  
orcid.org/ 0000-0003-3271-5257  
e-mail: ivanenkoVM@ukr.net;

**Медведева О. Ю.**

Дунайський факультет морського та річкового транспорту  
Державного університету інфраструктури та технологій  
orcid.org/ 0000-0002-0497-5767  
e-mail: medvedevaO@gmail.com

## ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ СУДНОПЛАВНОЇ КОМПАНІЇ

### Вступ

Питання розробки і впровадження оптимізаційних завдань в практику управління роботою флоту в межах автоматизованих систем управління (АСУ) в 80–90 роках знаходились під пильною увагою науковців і практиків. Проте, в наступний період інтерес до такого роду завдань значно знизився. Для цього була низка причин [1; 2].

По-перше, в процесі акціонування і приватизації змінився власник судноплавних компаній — з державних вони були перетворені в акціонерні товариства з переважаючою складовою приватного капіталу.

По-друге, не всі позитивні очікування, пов'язані із впровадженням автоматизації у процес управління, повністю виправдались. Так, не вдалося забезпечити реального оперативного діалогу «спеціаліст–комп'ютер», оскільки навіть з появленням потужних комп'ютерів час рішення оптимізаційних завдань залишався досить значним, а спеціалісту, перш ніж проводити ті чи інші розрахунки, потрібно ввести в комп'ютер значний обсяг даних, тобто знов значні витрати часу і ручної праці.

### Аналіз досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання даної проблеми

За думкою І. Ансоффа [3] стратегічне планування забезпечує створення економічного потенціалу підприємства на майбутнє, а оперативне планування повинно забезпечувати прибуток на поточний момент часу [1–3, 6,7]. Поточний план, який є певним чином «перекидним містком» між

верхнім і нижнім рівнями планування, повинен включати рішення, що уточнюють, виходячи з реальних умов, цілі і стратегії розвитку підприємства з метою забезпечення прибутковості його роботи.

В свій час вважалось [2; 3], що оптимізація повинна починатися з річного планування. На внутрішньому водному транспорті основним документом в частині експлуатаційної діяльності був графік руху флоту. Він виходив з річних замовлень клієнтів і був головним документом, згідно з яким держава виділяла необхідні кошти на діяльність судноплавних компаній (пароплавств). При цьому рідко кого засмучував той факт, що в подальшому річні замовлення вантажовідправників підтверджувались не більш, ніж на 50 % (а іноді і менше) [4].

Слід відмітити, що не зважаючи на достатній обсяг публікацій стосовно наведеної вище проблематики оптимізація процесу управління судноплавної компанії досить актуальна.

### Виділення невирішених питань загальної проблеми

У сучасних умовах, коли водному транспорту надано шанс достатньо високих темпів розвитку перевезень, цілком логічним є репозиціонування питання щодо розробки і впровадження та вирішення оптимізаційних завдань в практику роботи флоту [1]. Це особливо актуально саме зараз, коли в умовах високої конкуренції з боку суміжних видів транспорту необхідний пошук нових конкурентних переваг. Ряд раніше визнаних переваг водного транспорту, таких, як низка собі-

вартість перевезень, важливість водних перевезень для організації змішаного сполучення, значні обсяги видобутку і поставок нерудних будівельних матеріалів, сьогодні не відповідають дійсності.

### Формулювання цілей статті

Тому необхідний пошук таких конкурентних переваг, які би сприяли виводу водного транспорту на передові позиції в галузі, а зробити це можливо лише з використанням сучасних управлінських комп'ютерних технологій на базі впровадження відповідних оптимізаційних завдань є метою даної статті.

У сучасних умовах розвитку транспорту України актуальні завдання розвитку водного транспорту, для яких важливим є покращення функціонування системи контролю технічного стану судна [4; 5].

Доцільно використовувати підхід підвищення ефективності за рахунок реалізації принципів автоматизації. Дослідження сучасних та перспективних систем автоматизованої оцінки технічного стану комплектуючих судна визнають актуальними наукові дослідження в цьому напрямку.

З іншого боку на думку вчених «...дослідження, розроблення та прогнозування методів удосконалення тактико-технічних і експлуатаційних характеристик засобів транспорту, обґрунтування експлуатаційних вимог до їх ремонтпридатності та технологічності обслуговування, **підвищення ефективності контролю технічного стану транспортної техніки**, встановлення закономірностей змінювання параметрів технічного стану у процесі експлуатації, впровадження методів і засобів діагностування та прогнозування технічного стану засобів транспорту, що забезпечують високу ефективність їх використання та надійність роботи» є актуальними [6; 7].

Варто підкреслити те, що в умовах інтенсивного розвитку інформаційних технологій, які на високому рівні дозволяють вирішувати будь-які завдання за рахунок автоматизації логічною та закономірною є тенденція поєднання (інтегрування) та автоматизації всіх функцій на судні. У тому числі і тих, які пов'язані з контролем технічного стану. Тим більше, сучасною є тенденція впровадження ідей створення інтегрованого обладнання ходової рубки, яка полягає в створенні так званої інтегрованої мастикової системи (Integrated Bridge System) [6; 7].

Дана система об'єднує системи навігації, управління рухом, управління енергетичною системою тощо. На сучасних суднах такі комп'ютерні комплекси мають назву — інтег-

ваних мастикових систем (Integrated Bridge System).

Дані системи будують, як правило, за двома принципами технології інтегрування: централізована система (обробка інформації та формування команд управління в блоці центрального комп'ютера); децентралізована або розподілена система (використовується технологія багатомодульності). Дані системи надають оператору (рульовому) інформацію про параметри роботи двигуна, енергетичного обладнання тощо, але рішення про визначення технічного стану він повинен приймати особисто суб'єктивно. Тобто недоліком при оцінці технічного стану в даному випадку, як завжди є так званий «людський фактор».

Таким чином, з метою розвитку технології Integrated Bridge System та автоматизації процесу контролю технічного стану засобів водного транспорту доцільно розробити ефективні моделі та методи для математичного та програмного забезпечення в інтегрованих мастикових системах.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Організація діяльності судноплавного підприємства дозволяє розробити передумови створення системи оптимального функціонування своєї роботи, в основі якої полягає планування використання існуючих ресурсів як центральної ланки господарського керівництва.

У сучасному інформаційному світі підприємства не можуть ефективно функціонувати, якщо не будуть вкладати кошти в грамотно сконструйовану електронну бізнес-модель, яка повинна на регулярній основі управлятися і постійно вдосконалюватися. В цьому випадку при виникненні будь-яких змін на ринку вони зможуть швидше оцінити вплив цих змін і, відтак, швидше прийняти правильні відповідні заходи. Тому саме впровадження оптимізаційних задач на базі сучасної комп'ютерної техніки і засобів зв'язку буде сприяти рішенням низки ключових питань підвищення конкурентоздатності судноплавних компаній.

Проте тут виникає низка питань, пов'язаних з роллю кожного класу задач в загальній системі управління таким транспортним підприємством, як судноплавна компанія. Мова йде про те, на яких рівнях управління необхідно акцентувати увагу з розробки оптимізаційних задач з метою виводу транспортних підприємств з того досить складного стану, у якому вони сьогодні знаходяться.

Як відомо, можна виділити три основних рівня планування, пов'язаних з поняттям горизонту планування: перспективне, поточне і оперативне.

Перспективне планування, яке передбачає прийняття рішень на ряд років, частіше за все асоціюють зі стратегічним, оскільки тут визначаються значення ключових параметрів діяльності підприємства: мета і задачі підприємства, пріоритетні сфери діяльності (ринки), продукція, конкурентна позиція, посилені ресурси, інноваційна складова тощо. Поточне планування передбачає рішення питань роботи судноплавних компаній на періоди року і кварталу. Оперативний рівень включає місячні (технічні) і декадні плани.

Слід сказати, що в інформаційному відношенні достовірність даних при оперативному плануванні значно вища, ніж при поточному і перспективному. Тому в умовах ринкової невизначеності акцент прийняття рішень змістився в бік оперативного планування. Проте при оперативному плануванні складно, а частіше за все і неможливо підтвердити правильність рішень, що приймаються, з позиції оптимальності за навігацію в цілому. Головна завдання на цьому рівні — прийняти таке рішення, яке було б узгоджено з раніше прийнятими рішеннями і забезпечити мінімум негативних наслідків в майбутньому. Але, як було вже сказано, там використовуються досить недостовірні дані, отже ефективність планових рішень значно знижується.

Крім того, навіть використовуючи надпотужні комп'ютерні засоби, неможливо детально планувати кожен елемент бізнесу, що стало причиною того, що багато дещо компаній приділяють недостатньо уваги питанням повсякденного комп'ютерного моделювання своєї поведінки на ринку. При надмірному акценті на важливості оперативного комп'ютерного моделювання є погроза попасти в бездонну яму, що поглинає кошти, але не приносить достатнього результату.

Розробку планів на практиці необхідно здійснювати залежно від конкретної ситуації, ступеня змін факторів внутрішнього і зовнішнього середовища.

Внутрішнім механізмом судноплавної компанії, здатним підтримати найважливіше джерело ефективності технологічного процесу роботи флоту і портів — скорочення потреби у всіх видах ресурсів (експлуатаційні витрати на утримання транспортних засобів і перевантажувальну техніку, витрати праці на доставку вантажів), а також скорочення термінів доставки вантажів, є оптимізація технологічного процесу, що заснована на використанні математичних методів оптимального планування і технічних засобах управління. Для реалізації можливості отримання економічного ефекту в експлуатаційної діяль-

ності судноплавної компанії проводиться системний аналіз всіх його елементів.

Зі сказаного можна зробити висновок, що потрібна зміна загального підходу до ролі планів різного рівня.

На наш погляд, необхідно поряд з переліченими вище видами планування ввести поняття безперервного планування. При цьому мова йде про зміни горизонту планування та скорочення циклу планування. Розглядаючи акцію планування або раз на рік, або кожен день, можна отримати дві крайні позиції, про недоліки яких уже згадувалось.

Необхідно коригувати план і бюджет організації у відповідь на зміни зовнішніх умов (поява нових конкуруючих продуктів, перспективних партнерів, зміни в сфері цін, в законодавстві і т. ін.). При цьому періодичність проведення розрахунків може бути або фіксованою, як це робиться в деяких маркетингово орієнтованих компаніях, де кожні десять днів розробляють план на сто і більш днів, або плаваючою, залежно від того, що може бути через певний очікуваний період часу [6; 7].

Слід зазначити, що на водному транспорті досвід розробки такого роду планів на «плаваючий» (некалендарний) період часу вже є. Наприклад, весінне завезення вантажів, або внесення змін при переході від весінного до меженого періоду навігації. Причому ці плани розглядаються і як самостійні, і як складова частина загального плану роботи судноплавної компанії. Проте простійного місця в системі планування плани, що розробляються на «плаваючий» горизонт планування, не отримали.

Моніторинг технічного стану здійснюється за рахунок різних суб'єктів. Ця інформація ніяк наглядно не представляється. На даний час немає централізованого автоматизованого робочого міста (АРМ) для моніторингу відповідної інформації. (Вище визначена можливість впровадження або реалізації АРМ в Integrated Bridge System).

Тому актуально створити централізований ресурс, для систематизації даних, формування бази знань та наглядного зображення технічного стану судна в різноманітних умовах (див. рисунок).

Науковим завданням є розробка моделі та методів автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту у різних умовах експлуатації з метою впровадження їх в математичному та програмному забезпеченні АРМ в Integrated Bridge System [6,7].

Дослідження дозволяє зробити висновок про те, що найбільш доцільним є автоматизоване та централізоване управління процесом контролю

технічного стану через спеціалізований інформаційний ресурс.

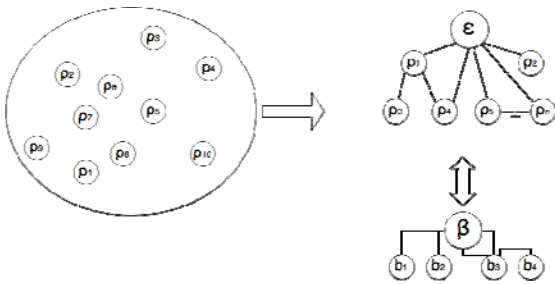


Рис. 1. Процес зв'язку датчиків з автоматизованим робочим містом

**Математична формалізація наукового завдання**

Математична формалізація наведеного вище наукового завдання має такий вигляд (1).

Знайти:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \{ \rho_1, \rho_2, \dots, \rho_n \}; \\ \omega : \begin{cases} \xi \in \{ \varepsilon, \tau, \nu \} \\ \forall \delta \exists \langle \mu, \theta, \Omega \rangle \\ \xi \notin \delta \\ \beta \in \langle b_1, b_2, b_3, b_4 \rangle \end{cases}, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $\omega$  — множина моделей та методів, які реалізовані в APM Integrated Bridge System;  $\delta$  — множина елементів бази знань;  $\mu$  — множина ТС;  $\theta$  — множина елементів бази знань з вирішення проблем;  $\Omega$  — множина елементів оцінки термінів вирішення проблем;  $\xi$  — множина функцій оператора;  $\nu$  — множина функцій капітана;  $\rho_i$  — візуальна інформація;  $\varepsilon$  — множина технічних датчиків;  $\tau$  — функція редагування бази знань;  $\beta$  — множина типів проблем зміни ТС;  $b_1$  — ТС 1;  $b_2$  — ТС 2;  $b_3$  — ТС 3;  $b_4$  — інші.

Таким чином, ідея централізованого управління процесом обміну інформації в системі моніторингу технічного стану судна дозволяє підвищити швидкість обміну інформацією та підвищити ефективність прийняття рішень щодо вирішення проблем безпеки судноплавства.

1. Дослідження дозволяють зробити висновок про пріоритетність розвитку транспортної галузі для України. Варто підкреслити тенденцію постійного збільшення обсягу водного перевезення вантажів та інші успіхи. Але продовжує існувати проблема безпеки, яка пов'язана як з надійністю техніки, так і з помилками персоналу та другими чинниками. За офіційними даними в 2017 р. рівень аварійності на морському і річковому транспорті зріс на 68 %, а кількість загиблих осіб в аварійних подіях зменшилася на 50 %, кількість травмованих осіб зменшилася на 75 %.

2. Аналіз показав місто та роль заходів з

контроля технічного стану суден в різноманітних умовах експлуатації та шляхи підвищення ефективності даного процесу. А також місто даного завдання при вирішенні проблеми безпеки судноплавства. Визначена актуальність науково-практичних досліджень в даному напрямку.

3. Дослідження сучасних та перспективних систем автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту, з урахуванням думки відомих учених, визначають тенденцію, суть якої в тому, що на сьогодні можливості інтенсивного розвитку традиційних систем централізованого контролю технічних параметрів, в основному, вичерпалася. Подальше підвищення надійності і ефективності експлуатації суднової техніки потребує розширеного застосування компонентів технічної діагностики для оцінки і прогнозування фактичного технічного стану обладнання. Тому найбільш перспективним напрямом удосконалення даних систем є їх комплексування, інтеграція та впровадження відповідних нових моделей та методів в так звані «інтегровані мостикові системи управління судном».

4. Доведено, те що в умовах інтенсивного розвитку інформаційних технологій, які дозволяють вирішувати будь-які складні завдання за рахунок автоматизації прогресивною є тенденція інтегрування та автоматизації всіх функцій на судні, у тому числі і завдань контролю технічного стану судна. Також в роботі доведена сучасність та важливість існуючої тенденції створення інтегрованого обладнання ходової рубки, яка полягає в розробці так званої інтегрованої мостикової системи (Integrated Bridge System). Аналіз наукових та інженерних підходів створення та впровадження інтегрованих мостикових систем управління дав змогу виявити низку системних недоліків та зауважень, а саме, відсутність функцій автоматизованого контролю технічного стану судна.

**Висновки**

Разом з тим, в умовах нестабільного зовнішнього середовища, в ситуаціях, коли підприємству потрібно прийняти рішення відносно підвищення ефективності своєї діяльності (а саме до цієї групи задач і відноситься антикризове управління), актуальність безперервного планування експлуатаційної діяльності судноплавних компаній стає більш ніж очевидною.

Наявність комп'ютерної техніки в пароплавствах, розроблених економіки математичних моделей задач і методів їх розв'язання дає можливість в прийнятні терміни «програвати» множину будь-яких варіантів використання технічних засобів. Змінюючи вхідні параметри задачі, окремі її характеристики або взаємозв'язки еле-

ментів, що входять до системи, можна отримувати різні вихідні результати, які аналізуються, і потім приймаються управлінські рішення.

При цьому можна встановлювати функціональні залежності між вихідними параметрами (приведені витрати, прибуток, експлуатаційні витрати, провізна спроможність, продуктивність праці і т. п.) і окремими характеристиками і параметрами системи, а також залежність результатів прийняття рішень від режиму роботи пароплавства в різних умовах функціонування.

Отже, впровадження основних завдань безперервного планування в діяльність судноплавних компаній буде сприяти своєчасному і якісному виконанню основної цілі — оптимізації процесу управління судноплавною компанією, яка ставиться перед водним транспортом і має бути досягнуто при найменших витратах матеріальних і фінансових коштів.

Таким чином, наукове завдання розробки моделей та методів автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту у різноманітних умовах експлуатації з метою впровадження їх в математичному та програмному забезпеченні АРМ в Integrated Bridge System є новим та актуальним.

**Тимошук О. М., Іваненко В. М., Медведєва О. Ю.**

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ СУДНОПЛАВНОЮ КОМПАНІЄЮ**

*В умовах нестабільного зовнішнього середовища, в ситуаціях, коли підприємству потрібно прийняти рішення відносно підвищення ефективності своєї діяльності, актуальність безперервного планування експлуатаційної діяльності судноплавних компаній стає більш ніж очевидною.*

*Стаття присвячено дослідженню і використанню задач управління у транспортному процесі, обґрунтуванню необхідності впровадження оптимізаційних рішень в управління роботою судноплавної компанії на базі використання сучасних засобів зв'язку, а також зміні загального підходу до ролі планів різного рівня в умовах нестабільності зовнішнього середовища.*

*Змінюючи вхідні параметри задачі планування, окремі її характеристики або взаємозв'язки елементів, що входять до системи, можна отримувати різні вихідні результати, які аналізуються, і потім приймаються управлінські рішення.*

*При цьому можна встановлювати функціональні залежності між вихідними параметрами і окремими характеристиками і параметрами системи, а також залежність результатів прийняття рішень від режиму роботи пароплавства в різних умовах функціонування.*

*Отже, впровадження основних задач безперервного планування в діяльність судноплавних компаній буде сприяти своєчасному і якісному виконанню основної цілі – оптимізації процесу управління судноплавною компанією, яка ставиться перед водним транспортом і повинна бути досягнуто при найменших витратах матеріальних і фінансових коштів.*

*Доведено, те що в умовах інтенсивного розвитку інформаційних технологій, які дозволяють вирішувати будь-які складні завдання за рахунок автоматизації прогресивною є тенденція інтегрування та автоматизації всіх функцій на судні, в тому числі і завдань контролю технічного стану судна.*

*Таким чином, наукове завдання розробки моделей та методів автоматизації контролю технічного стану засобів водного транспорту у різноманітних умовах експлуатації з метою впровадження їх в математичному та програмному забезпеченні в Integrated Bridge System є новим та актуальним.*

**Ключові слова:** процес управління; судноплавна компанія; завдання оптимізації; автоматизація; технічний стан; модель; метод.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. **Концепція** розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року. Міністерство транспорту України. Київ. 2001. 210 с.
2. **Мальшкін А. Г.** Организация и планирование работы речного флота: учебник М.: Транспорт, 1985. 251 с.
3. **Ансофф И.** Стратегическое управление. Сокр. пер. с англ. М.: Экономика, 1989. 244 с.
4. **Гаскаров Д. В.,** Голинкевич Т. А., Мозгалевский А. В. Прогнозирование технического состояния и надежности радиоэлектронной аппаратуры. М.: Сов. радио, 1974. 224 с.
5. **Навігаційне** забезпечення управління рухом суден: навч. посібник. [Богом'я В. І., Давидов В. С., Доронін В. В., Пашков Д. П., Тихонов І. В.]. Вид. 1-е. К.: ДВВП «Компас», 2012. 336 с.
6. **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. Київ: ДУІТ, 2018. 305 с.
7. **Богом'я В. І.,** Єлєзаров 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 для студентів вищих навчальних закладів. Київ: ДУІТ, 2018. 305 с.

**Tymoshchuk A., Ivanenko V., Medvedeva A.**

## **OPTIMIZATION OF THE MANAGEMENT PROCESS OF A SHIPPING COMPANY**

*In an unstable environment, in situations where an enterprise needs to take a decision regarding the increase in the efficiency of its activities, the relevance of continuous planning of operational activities of shipping companies becomes more than obvious.*

*The article is devoted to the research and use of management problems in the transport process, the substantiation of the necessity of implementing optimization solutions in the management of the shipping company's work on the basis of the use of modern communication facilities, as well as the change of the general approach to the role of plans of different levels in conditions of instability of the external environment.*

*By changing the input parameters of the scheduling task, its individual characteristics or the interrelations of the elements of the system, it is possible to obtain different output results that are analyzed, and then management decisions are made.*

*In this case, it is possible to establish functional relationships between the output parameters and the individual characteristics and parameters of the system, as well as the dependence of decision-making results on the mode of operation of the shipping in different operating conditions.*

*Consequently, the implementation of the main tasks of continuous planning in the activities of shipping companies will contribute to the timely and qualitative fulfillment of the main goal - to optimize the process of managing a shipping company, facing water transport and should be achieved at the lowest cost of material and financial resources.*

*It is proved that in the conditions of the intensive development of information technologies that allow solving any complex problems at the expense of the automation of progressive is the tendency of integration and automation of all functions on the vessel, including its tasks of controlling the technical condition of the vessel.*

*Thus, the scientific task of developing models and methods of automation of the technical condition of water transport facilities in various conditions of operation in order to implement them in mathematical and software systems in the Integrated Bridge System is new and relevant.*

**Keywords:** management process; shipping company; optimization tasks; automation; technical condition; model; method.

**Тимошук А. Н., Іваненко В. Н., Медведєва А. Ю.**

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ СУДОХОДНОЙ КОМПАНИИ**

*В условиях нестабильной внешней среды, в ситуациях, когда предприятию нужно принять решение относительно повышения эффективности своей деятельности, актуальность непрерывного планирования эксплуатационной деятельности судоходных компаний становится более чем очевидной.*

*Статья посвящена исследованию и использованию задач управления в транспортном процессе, обоснованию необходимости внедрения оптимизационных решений в управление работой судоходной компании на базе использования современных средств связи, а также изменению общего подхода к роли планов разного уровня в условиях нестабильности внешней среды.*

*Изменяя входные параметры задачи планирования, отдельные ее характеристики или взаимосвязи элементов, входящих в систему, можно получать различные выходные результаты, которые анализируются, и затем принимаются управленческие решения.*

*При этом можно устанавливать функциональные зависимости между исходными параметрами и отдельными характеристиками и параметрами системы, а также зависимость результатов принятия решений от режима работы пароходства в различных условиях функционирования.*

*Таким образом, внедрение основных задач непрерывного планирования в деятельность судоходных компаний будет способствовать своевременному и качественному выполнению основной цели - оптимизации процесса управления судоходной компании, которая ставится перед водным транспортом и должна быть достигнута при наименьших затратах материальных и финансовых средств.*

*Доказано, то в условиях интенсивного развития информационных технологий, позволяющих решать любые сложные задачи за счет автоматизации прогрессивной тенденция интегрирования и автоматизации всех функций на судне, в том числе и задач контроля технического состояния судна.*

*Таким образом, научное задание на разработку моделей и методов автоматизации контроля технического состояния средств водного транспорта в различных условиях эксплуатации с целью внедрения их в математическом и программном обеспечении в Integrated Bridge System является новым и актуальным.*

**Ключевые слова:** процесс управления; судоходная компания; задачи оптимизации; автоматизация; техническое состояние; модель; метод.

Стаття надійшла до редакції 15.02.2019 р.

Прийнято до друку 11.03.2019 р.