

Пліта Л.Л., Богом'я В.І., Писанко А.Г.

АНАЛІЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ СУДНОМ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В статті проведені дослідження що пов'язані з визначенням основних напрямків розвитку суднових автоматизованих систем керування судном. На основі аналізу літератури здійснено розподілення суднових систем на рівні керування в залежності від їх функціональних властивостей.

Також здійснюється огляд стану питання і проаналізовані основні напрямки розвитку силових енергетичних установок та систем автоматизованого керування судном. При цьому система керування судном розглядається як об'єднана інформаційна платформа керування судном. Це пов'язано з тим, що на сьогоднішній день сучасний розвиток суднових систем керування розробляється відповідно до технології E-навігації та використовує спеціалізовані інформаційні системи.

Це дає можливість підвищити ефективність експлуатації судна за допомогою своєчасним керуванням силових вузлів і пристроїв, а також зміни умов функціонування.

Ключові слова: *автоматизовані системи керування, навігаційно-інформаційний комплекс, суднові енергетичні установки*

Вступ

Особливістю еволюційного технічного розвитку засобів водного транспорту є неухильне підвищення ефективної експлуатації суднових технічних пристроїв і систем, для отримання найкращого результату при можливих менших ресурсних витратах [1]. Розглядаючи стосовно експлуатації суднові системи, необхідно в першу чергу відзначити зміни енергетичних установок, які зокрема, пов'язані з підвищенням потужностей і коефіцієнтів корисної дії енергетичного обладнання, а також зниженням витрат на їх експлуатацію при незворотному процесі зносу і погіршенні технічного стану в результаті раптових відмов і аварій [1, 2].

Аналіз літератури. Аналіз літератури [1÷4] свідчить про інтерес вивчення експлуатаційних характеристик судна, їх залежність від параметрів технічних установок і відповідно заданих кількісних (і якісних) показників при працездатності з найменшими витратами протягом всього періоду експлуатації. Також дослідження зазначених напрямків [2] показали, що в ході всього експлуатаційного періоду параметри енергетичних установок судна пов'язані із застосуванням більш складних схем і конструкцій енергомеханічних пристроїв, а також з впливом циклічності роботи та в механічних елементах яких протікають процес зносу [3, 4]. Крім цього, представляє особливий підвищений інтерес вивчення вимог до експлуатаційної надійності [3, 4], як окремо до обладнання під час роботи, так і всього енергетичного комплексу судна в цілому. Все вищевказане пов'язано з чіткою роботою енергетичних установок судна і визначення заходів, щодо підвищення експлуатаційної ефективності.

Сучасні судна оснащені досить складним технічним комплексом, для вирішення різних соціально-економічних транспортних завдань торгового мореплавання [1, 5]. При цьому, чим складніше завдання для виконання, тим складніше технічний комплекс судна. Необхідно також зазначити, що технічний комплекс керування сучасного судна взаємопов'язаний з системою автоматичного керування енергетичними установок та

пристроями керування практично усіх технічних систем судна. Ускладнення комплексу та збільшення навантажень на елементи конструкції енергетичних установок не сприяє підвищенню його безвідмовної роботи і довговічності [1, 3, 4]. При цьому, необхідно підкреслити, що ускладнення конструкцій, пристроїв управління і застосування різних силових (та інших) установок призводить до збільшення навантаження різних вузлів і деталей обладнання, що також призводить до необхідності проведення дослідження, які пов'язані з підвищенням безвідмовної роботи і довговічності технічних систем судноводіння [3, 4].

Аналізуючи експлуатаційний досвід [1, 5], можна зробити висновок, що створення і впровадження в практику енергетичного машинобудування нових конструкційних матеріалів кардинально не змінює систему управління судном. Це пов'язано з тим, що підвищення питомої міцності і опірності до впливу експлуатаційних навантажень негайно призводить до збільшення інтенсивності процесів перетворення енергії з метою підвищення питомої і агрегатної потужності і зниження витрати палива за рахунок збільшення коефіцієнтів корисної дії енергетичного обладнання [4]. Рішення завдання керованості судна пов'язано не тільки з підвищенням надійності за рахунок використання високих запасів міцності або широкого застосування резервування з можливістю використання на певному етапі розвитку нових енергетичних систем, а й можливості інтеграції систем управління енергетичними установками з системою управління судном в цілому [1, 2, 6]. На сьогоднішній день реалізація даного напрямку здійснюється за декомпозиційним принципом дії, тобто, по системам управління вузлів і агрегатів, інтегруючись за даними на етапі прийняття рішень [6, 7]. У той же момент для підвищення безпеки судноводіння і необхідності маневреного проходження в складних умовах необхідно своєчасне вироблення керуючих впливів на силові установки. Тому виникає необхідність більшої інтеграції систем управління судном в умовах забезпечення встановлених вимог судноводіння і підвищення надійності вузлів і агрегатів управління [2, 6] в судових системах. У зв'язку з цим на сьогоднішній день виникає актуальне наукове завдання яке полягає в проведенні аналізу існуючих та визначені напрямків інтеграції системи управління та енергетичних підсистем судна для створення сучасних систем керування рухом суден.

Мета статті. Тому метою статті є висвітлення перспективних напрямків розвитку систем керування судном на основі аналізу літератури, розвитку судових енергетичних систем та навігаційно-інформаційних систем що впливають на якість безпеки судноводіння.

Виклад основного матеріалу

Ефективна експлуатація сучасного судна пов'язана з автоматизацією всіх процесів, що впливає і визначає якість роботи як судових систем, так і засобів керування [1, 3, 4]. Енергетичне обладнання судна забезпечує роботою практично усіх систем судна і дозволяє завдяки автоматизації впливати на реальні можливості їх роботи. У зв'язку з цим виникає необхідність розгляду шляхів удосконалення засобів автоматизації, а також їх об'єктів керування, в тому числі на силових установках і агрегатів, що безпосередньо впливає на безпеку судноводіння [3, 4].

Побудова судових енергетичних систем з використанням засобів автоматизації в останнє десятиліття дозволила підвищити ефективність експлуатації дизельних і газотурбінних установок [3, 4]. Проте це призводить до збільшення знімання параметрів та постійного їх контролю. Крім того, реальні показники силових установках можуть відрізнятися від теоретичних даних. Тому в значній мірі зростає

обсяг операцій контролю стану параметрів силових установок, що призводить до ускладнення систем автоматизації судноводіння [1]. При цьому, сучасні судна як правило характеризуються високим ступенем автоматизації енергетичних установок [2].

Автоматизація судових систем представляє процес вироблення управлінських рішень на морському транспорті в ході керування судном для забезпечення безпеки судноводіння [1, 2, 4]. В даному випадку автоматизація судових систем енергетичних установок (СЕУ) побудована за ієрархічним принципом і на кожному рівні забезпечує збір і обробку інформації, видає систематизовані дані, необхідні для вирішення завдань оптимального керування судном в певних умовах його функціонування (схематичне уявлення представлено на рис. 1) [1, 3, 6, 7].

По суті судові системи керування, в тому числі автоматизовані системи керування судном (АСКС), являють собою ергатичних систем управління, в якій людина бере активну дію (яка приймає рішення) [2, 4, 7]. На сучасних автоматизованих судах основним місцем несення ваhti є рульова рубка з центральною системою керування судном (ЦКС), в яких розташовуються органи керування і засоби контролю судового устаткування [2, 5]. Технічний склад команди судна (в тому числі і вахтовий механік і штурман), забезпечує постійний зв'язок і надання параметрів пропульсивних установок, технічних засобів судноводіння, навігаційного обладнання, а також забезпечують даними про енергетичні установки, механізми і системи, на основі засобів автоматизації в залежності від рівня керування судном [5, 6, 7]. Тому дослідження необхідно пов'язувати не тільки з автоматизацією судових енергетичних установок, але розглядати взаємодію засобів автоматизації судових енергетичних установок з навігаційно-інформаційним комплексом (НІК) на основі автоматизації та обміну даними з судовими системами [3, 5, 7].

Розглянемо більш докладно кожен рівень і проведемо аналітичний огляд стану розвитку автоматизованих систем керування судном.

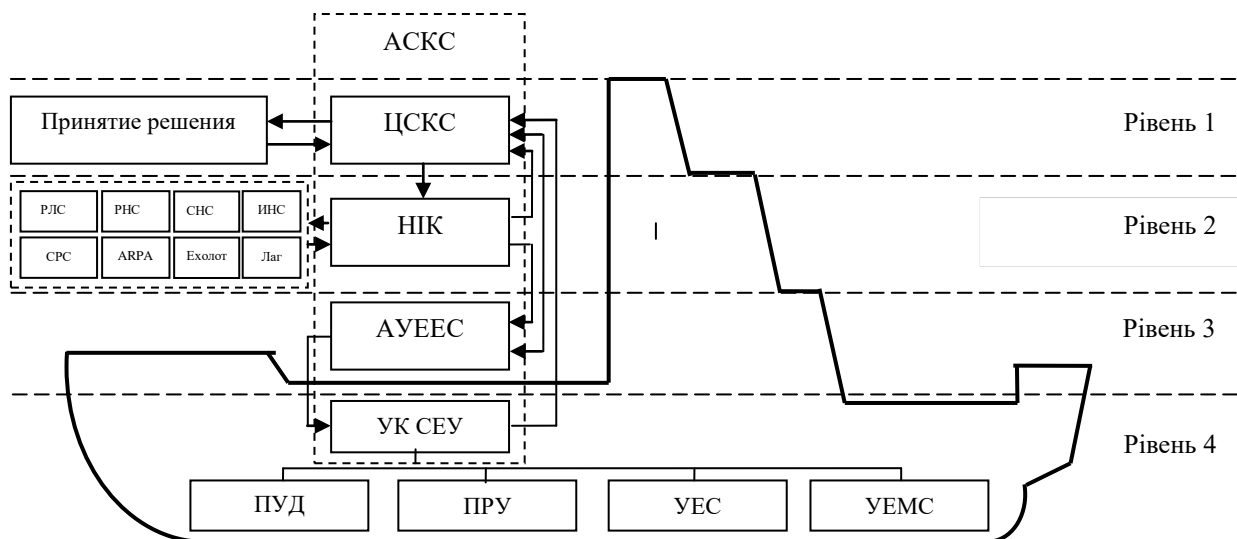


Рисунок 1 – Структура системи управління судном

Рівень 1. Центральна система керування судном.

Система керування судном є найвищим рівнем і являє собою ергодичного систему керовану людиною, в якій виробляє керуючу рішення на основі надання інформації з центральної системи керування судном. Центральна система керування судном отримує дані від засобів автоматизації при управлінні судном від силових

енергетичних установок, з навігаційно-інформаційного комплексу, з енергетичних і енергомеханічних систем, а також з систем, що надають параметри про стан судна [1, 2, 3, 6].

Вироблення керуючого рішення судовими процесами приймає людина в залежності від його рівня кваліфікації та складності автоматизованих систем судового пристрою.

Аналізуючи літературу [6, 7] можливо прийти до висновку, що основні причини аварійності суден пов'язані не тільки з неправильним виробленим керуючим рішенням, але і інертними характеристиками суден. Так гальмівний шлях танкера водотоннажністю близько 500 тис. тонн може досягати до 10 км [5]. Тому поряд з підвищенням рівня знань і розуміння процесів керування судном у фахівців також удосконалюються судові технічні засоби керування, автоматизації та обміну інформації між ними. Крім цього, вивчаються динамічні характеристики і параметричні властивості систем автоматики і людини (яка приймає рішення), що також впливає на динаміку руху судна як ергатичної системи.

Рівень 2. Навігаційно-інформаційний комплекс.

Сучасне судно має НІК (сукупність різних навігаційних систем і пристроїв, інтегрованих в єдиний комплекс), який дозволяє вирішувати завдання безпеки руху та оптимального судноводіння з можливістю орієнтації в просторі з високою точністю, і визначати параметри руху і положення судна в будь-який момент часу [8, 9]. На сьогоднішній день навігаційні системи реалізовані на мікроелектронній базі [6, 8, 9], що дає можливість вирішення навігаційних завдань з можливістю передачі даних в ЦСКС для візуалізації їх на дисплеях (моніторах) для прийняття управлінських рішень.

Особливістю перспективних напрямків побудови суден, є можливість об'єднання всіх судових систем в тому числі і НІК для оптимального проходження судна по заданому маршруту. Тому на перший план виходить питання взаємозв'язку НІК з іншими технічними засобами керування судна через автоматичні системи. Це пов'язано з новими вимогами ММО до безпеки судноплавства, які регламентують навігаційні вимоги до керування суднами і до використання нових навігаційних приладів і систем [6, 7, 9]. При цьому судноводію необхідно швидко орієнтуватися не тільки в безлічі технічних засобів керування, але і вміти оперативно працювати з ними в обмежений час, правильно приймати рішення при експлуатації судових систем.

Рівень 3. Автоматичне керування електроенергетичних систем.

Сучасне суднове автоматичне керування електроенергетичних систем (АКЕЕС) представляють собою велику кількість взаємопов'язаних систем автоматики, що забезпечують паралельну роботу судових силових вузлів і систем [2, 4]. Аналітичний огляд джерел [2, 3, 4] показав, що на сьогоднішній день сучасні АУЕЕС підійшли до повної автоматизації процесів експлуатації суден класу А1 без втручання людини. Крім цього фахівцями під час проведених досліджень були визначені критичні ситуації, які підвищують аварійність судових систем через незадовільну роботу джерел електроенергії і якості відпрацювання автоматики, що пов'язано з [2, 3]:

низькою якістю електричної енергії, що виробляється автономними генераторами; неякісною роботою систем автоматики її паралельне виконання операцій; несвоєчасним виконанням команд і операцій у встановлений період часу.

Основними причинами виникнення критичних ситуацій при керуванні судном є неповна вивченість всіх процесів, що протікають і недосконалість систем автоматики, яке пов'язано із затримкою роботи судових силових пристроїв, а також недостатнє розуміння фізичних процесів, що протікають в електроенергетичних системах [4, 5]. При цьому залишається одним з маловивчених питань, пов'язане з багаторежимними етапами роботи електроенергетичних систем, які в основному застосовуються в судових електротехнічних комплексах, а саме наявність в обмінних коливань потужності [2]. При цьому обмеження амплітуди обмінних коливань потужності безпосередньо пов'язано із

забезпеченням стійкої роботи суднової електростанції [2, 3, 4]. У зв'язку з чим, існуючі методи організації і управління багаторежимною роботою силових пристроїв не можуть виключити негативні наслідки наявності обмінних коливань потужності.

Тому необхідно проводити дослідження багаторежимної роботи що пов'язані з впровадженням передових методів управління роботою суднового електротехнічного комплексу.

Рівень 4. Керуючий комплекс систем енергетичних установок (КК СЕУ). Найбільш складними з точки зору експлуатації технічних засобів судноводіння в комплексі систем енергетичних установок є системи автоматизації суднових установок і зокрема дизельних і газотурбінних двигунів [2, 3, 4]. Системи енергетичних установок сучасних морських суден характеризуються високою потужністю і мають в своєму складі велику кількість двигунів, механізмів, пристроїв і вузлів. Крім того, що вони забезпечують рух судна відповідно до заданої швидкості, вони також постачають електричну і теплову енергією різним споживачам. При цьому швидкість руху судна і роботи силових установок і допоміжних механізмів функціонують з урахуванням впливу атмосферних впливів (вітру, гедрометеоров), а також стану моря по фарватеру в заданому районі, відповідно встановлених вимог, заданого маршруту і робочих режимів [1, 2].

Крім цього необхідно забезпечувати економічність витрати паливно-мастильних матеріалів, а також надійність, тривалість роботи основних агрегатів і суднової енергетичної установки відповідно до умов технічної експлуатації. Виконання даних умов експлуатації з підвищенням продуктивності можливо в результаті автоматизації процесів СЕУ, а також корекції керуючих впливів (операцій керування) в критичних умовах роботи енергетичних установок судном.

Висновки. З огляду на вищевикладене, а також аналізу технічної літератури, можна зробити висновок що на сьогоднішній день система керування судном представляє достатньо складну, багаторівневу структуру. Також виникає необхідність дослідити можливі напрямки технічного контролю параметрів енергетичних установок суден, а в критичних моментах роботи СЕУ можливість забезпечити в автоматизованому режимі перенастроювання режимів функціонування. В ході аналізу визначилось, що перспективним напрямком досліджень є інтегрування даних різних підсистем СЕУ з НІК. Це забезпечить якісний контроль функціонування енергетичних систем під час судноводіння в складних умовах. Також необхідно розглядати особливості циркуляції поточних параметрів і керуючої інформації СЕУ в автоматизованій системі керування судна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вагущенко Л.Л. Системы автоматического управления движением судна // Л.Л. Вагущенко, Н.Н. Цымбал. – Одесса: Фенікс, 2007. – 328 с.
2. Носенко В.М. Судовые энергетические установки / В.М. Носенко. – Николаев: ФЛН Швед В.Д., 2013. – 443 с.
3. Артемов Г.А. Суднові енергетичні установки / Г.А. Артемов, В.М. Горбов. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 356 с.
4. Gorbov V.M. Marine engineering encyclopedia / V.M. Gorbov, S.I. Serbin, V.S. Mitienkova. – Mykolaiv: publisher Torubara V.V., 2017. – 200 p.
5. Бурмака И.А. Управление судами в ситуации опасного сближения / И.А. Бурмака., Э.Н. Пятаков., А.Ю. Булгаков – LAP LAMBERT Academic Publishing, - Саарбрюккен (Германия), – 2016. – 585 с.
6. Вагущенко Л.Л. Современные информационные технологии в судовождении / Л.Л. Вагущенко - Одесса: ОНМА, 2013. – 135 с.

7. Вагущенко Л.Л. Судовые навигационно-информационные системы / Л.Л. Вагущенко. – Херсон: Гринь Д.С., 2017. – 400 с.
8. Пятаков Э.Н. Основы радиолокационной и спутниковой навигации: учебное пособие / [Э.Н. Пятаков] под. общ. ред. В.Э. Пятакова. – Стереотип. изд. – Херсон: Гринь Д.С., 2017 – 226 с.
9. Ходаковский В.Ф. Радионавигационные приборы: Учебное пособие – 3 издание./ В.Ф. Ходаковский, М.С. Литвак, В.Б. Смеликова, А.В. Мельниченко. – Херсон: Гринь Д.С., 2018. - 414 с.

Плита Л.Л., Богомья В.И., Писанко А.Г.

АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ И ОСОБЕННОСТЕЙ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В статье проведены исследования связанные с определением основных направлений развития судовых автоматизированных систем управления судном. На основе анализа литературы осуществлено распределения судовых систем на уровни управления в зависимости от их функциональных свойств. Также осуществляется обзор состояния вопроса и проанализированы основные направления развития силовых энергетических установок и систем автоматизированного управления судном. При этом система управления судном рассматривается как единая информационная платформа управления судном. Это связано с тем, что на сегодняшний день современное развитие судовых систем управления разрабатывается в соответствии с технологией E-навигации и использует специализированные информационные системы. Это дает возможность повысить эффективность эксплуатации судна с помощью своевременного управления силовых узлов и устройств, а также изменения условий функционирования.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, навигационно-информационный комплекс, судовые энергетические установки

Plita L.L., Bogom'ya V.I., Pisanko A.G.

ANALYSIS OF VESSEL CONTROL SYSTEMS AND FEATURES OF THEIR OPERATION

The article contains studies related to the determination of the main directions of development of ship's automated ship control systems. Based on the analysis of the literature, the distribution of ship systems to control levels, depending on their functional properties, is carried out. The state of the issue is also reviewed and the main directions of the development of power plants and ship automated control systems are analyzed. In this case, the ship control system is considered as a single information platform for ship control. This is due to the fact that today the modern development of ship control systems is being developed in accordance with E-navigation technology and uses specialized information systems. This makes it possible to increase the efficiency of the ship's operation through timely control of power units and devices, as well as changes in the operating conditions.

Key words: automated control systems, navigation and information complex, ship power plants