



УДК 629.01

**SELF-ORGANIZING SYSTEMS OF SHIP MANAGEMENT
TECHNICAL FACILITIES
САМООРГАНІЗУЮЧІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ СУДНОВИМИ
ТЕХНІЧНИМИ ЗАСОБАМИ**

Doschenko G.G. / Дощенко Г.Г.*Ph.D. docent / к.т.н. доцент**Kherson State Maritime Academy**Херсонська державна морська академія*

Анотація. Ця робота направлена на підвищення ефективності і конкурентоспроможності суден нового покоління. Такий підхід дозволяє створювати крім систем регулювання системи контролю, діагностики, автоматичної сигналізації і аварійного захисту суднових технічних засобів принципово нового типу, які відмінні від існуючих підвищеною ефективністю.

Ключові слова. суднові технічні засоби, системи регулювання, системи контролю, підрегулятори.

Розробка автоматизованих суднових технічних засобів (СТЗ) з оптимальними характеристиками означає підвищення їх конкурентоспроможності, збільшення продуктивності обладнання, зниження паливних і енергетичних витрат, економію металу, сировини і інших матеріальних ресурсів. Впровадження ефективних автоматизованих СТЗ дозволить істотно підвищити безпеку мореплавання, понизити експлуатаційні витрати, скоротити чисельність суднових екіпажів і підвищити провізну здатність судів.

Для сучасних СТЗ характерні безперервні технологічні процеси великої потужності з складними комплексами енергетичних і матеріальних потоків з жорсткими вимогами до сукупності характеристик, які витікають із загального цільового призначення судна, задовольнити які, спираючись тільки на конструктивні, технологічні, організаційно-технічні методи, майже неможливо.

Розробка математичних моделей (ММ) [1] для більшості СТЗ, включаючи вказані, як об'єктів управління звичайно здійснюється з великими спрощеннями, зокрема, використовуються моделі стаціонарні, лінійні, низької розмірності. Фактично ж ці об'єкти є нестаціонарними, істотно нелінійними і повинні описуватися рівнянням високої розмірності. Для розробки систем управління цими об'єктами використовуються методи класичної, а не сучасної теорії управління. Експлуатаційні діапазони зміни характеристик сучасних і особливо перспективних СТЗ настільки широкі, що управління ними за допомогою традиційних систем стає все більш скрутним. Проектування і випробування таких систем управління затягуються, і номенклатура їх збільшується. Таким чином, об'єкти управління неухильно ускладнюються, а час, що відводиться на розробку систем управління цими об'єктами, скорочується. Посилюються вимоги до забезпечення працездатності систем управління в нештатних ситуаціях, їх універсальності, модульної побудови, надійності, безпеці, зниженню вартості апаратури.



Підвищення небезпеки техногенних і природних катастроф пред'являє до сучасних засобів автоматизації додаткові вимоги. Судновий персонал, обслуговуючий складні управляючі комплекси, не відразу знаходить рішення в нештатних, аварійних, катастрофічних ситуаціях, допускає фатальні помилки. В цих ситуаціях необхідна комп'ютерна підтримка і тимчасова заміна людського інтелекту штучним.

Відповідно до положень сучасної теорії управління структурна схема системи управління нового покоління повинна мати наступний вигляд (див. рис. 1).

Прийняті позначення (рис.1): X – внутрішні змінні стану об'єкту управління, Z – контрольовані змінні стану об'єкту управління, U – управління, індекси o , $ш$, a , m – відповідно «оптимальне управління», «оптимальне управління у штатному режимі», «оптимальне управління в аварійному режимі», «змінні моделі».

Такі системи управління СТЗ, створені з використанням алгоритмів оптимального оцінювання, ідентифікації і управління об'єктом в штатних і аварійних режимах, є більш високоякісними в порівнянні з традиційними, дозволяють більш обґрунтовано використовувати програмовані контролери для реалізації достатньо складних алгоритмів.

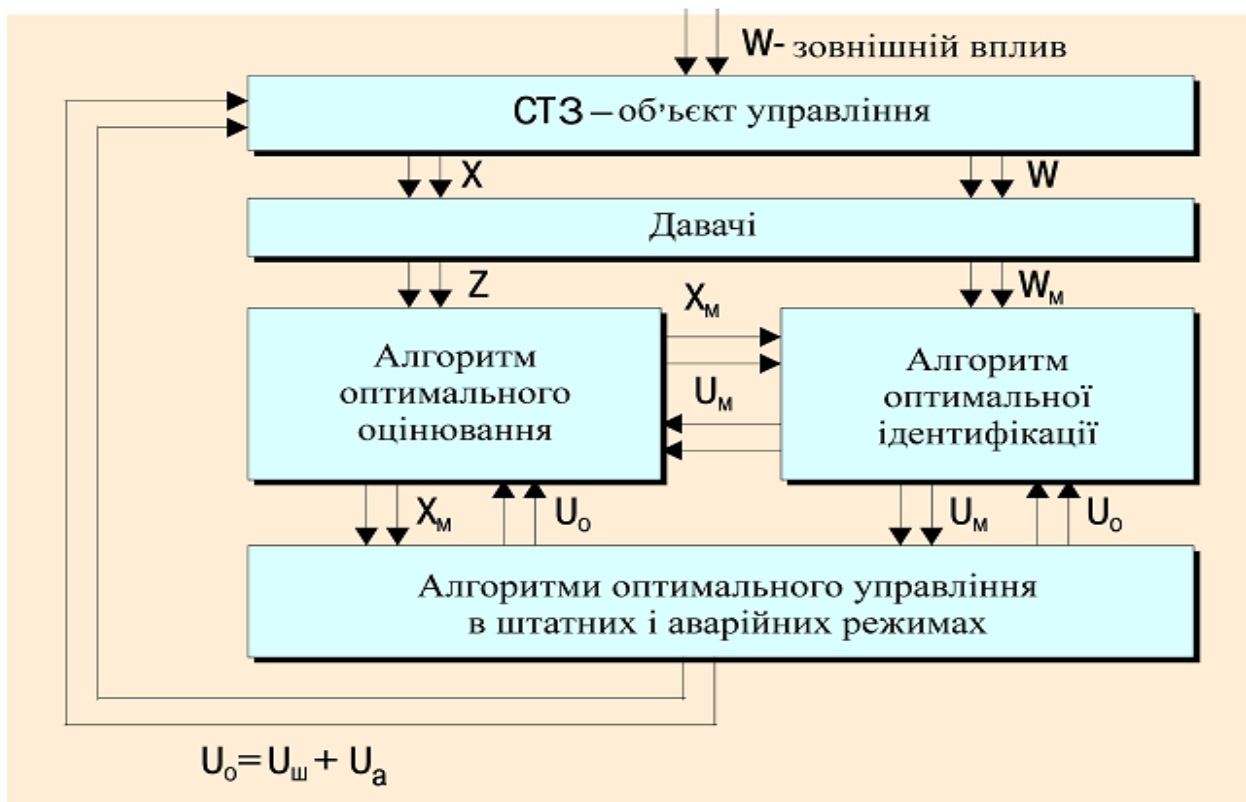


Рис. 1. – Схема перспективної оптимальної адаптивної системи управління судновими технічними засобами

Можливі самі різні реалізації систем управління СТЗ з приведеною структурною схемою залежно від алгоритмів оптимальних процедур оцінювання, ідентифікації і управління, що використовуються.



Проте доцільне їх формування погоджувати як з сучасними загальними вимогами до систем управління, так і із специфічними вимогами, викладеними вище.

До основних з цих вимог відносяться наступні:

- мінімум необхідної апріорної інформації не тільки про параметри, але і про структуру моделі керованого об'єкту і зовнішніх дій;
- мінімальне втручання в природний перебіг процесу;
- наявність прогнозування керованого процесу;
- оптимальне управління відповідно до змінного комплексного критерію і обмежень, діючих на всіх етапах і у всіх режимах роботи об'єкту управління;
- наявність можливості підтримки судових операторів в ухваленні рішень і їх тимчасової заміни контуром автоматичного управління для запобігання аварій і катастроф;
- можливість реалізації на базі програмованих промислових контролерів.

Цим вимогам, як показала практика останніх років [4], принципово можуть задовольняти не всі, а тільки адаптивні оптимальні системи управління з високим рівнем штучного інтелекту – системи управління, що самоорганізуються.

Властивості об'єкту управління, включаючи математичну модель, невідомі. Безперервний час розбивається на цикли, найкоротшим інтервалом часу є крок. Вхідною величиною є сигнал розузгодження Z між задаючою дією і вихідною величиною керованого об'єкту. Сигнал розузгодження за допомогою алгоритмів оцінювання на основі фільтрів Калмана обробляється на кожному кроці. В блоці оптимальної ідентифікації по вибраному показнику, вимірюваному і обчислюваному в ході самого процесу управління, пов'язаного з якістю, точністю регулювання на кожному циклі або протягом ряду циклів, здійснюється автоматичний вибір порядку моделі оцінюваного процесу. Виконавча частина оптимальної системи має алгоритм, синтезований на основі інтегрального квадратичного критерію з урахуванням вибраного порядку моделі. На виході системи встановлюється екстраполятор нульового порядку, який забезпечує шматково-постійну екстраполяцію і оновлення сигналу управління на кожному циклі. Протягом циклу положення органу управління залишається незмінним. Самоорганізація системи управління, отже, здійснюється за допомогою взаємозв'язаних прийнятих алгоритмів оцінки стану системи, фільтрації вхідної інформації, структурної і параметричної адаптації автоматично формованої моделі, і нарешті, автоматично визначуваних оптимальних управляючих дій.

Проведені дослідження показали відповідність цієї системи сучасним вимогам, що пред'являються це оптимальна система, що самоорганізується [2, 4], задовольняє вимогам мінімальної необхідної апріорної інформації про структуру, параметри регульованого об'єкту, збудження і навколишньому середовищу. Сам принцип дії системи сприяє швидкій адаптації до зміни режиму і структури регульованого об'єкту.

Проектування системи, її настройка при експлуатації не вимагають наявності математичної моделі об'єкту.



Інша з основних сучасних вимог, що пред'являються до більшості систем автоматичного і автоматизованого управління (САУ) технологічними процесами і рухомими об'єктами, полягає в мінімальному втручанні в природний вільний рух об'єкту, принаймні, в штатних режимах останнього. Це забезпечується використанням алгоритму формування оптимального управління відповідно до інтегрального квадратичного критерію. Мінімізація інтегрального квадратичного критерію нерозривний пов'язана з прогнозуванням, екстраполяцією. Система має нагоду швидкої самоорганізації контурів управління в умовах аварійних нештатних ситуацій. Ця можливість і підтримка операторів при ухваленні рішень і їх тимчасова заміна контуром автоматичного управління системи можуть грати дуже важливу роль в запобіганні аварій і катастроф. Алгоритми, що використовуються, сприяють відносній простоті програмного забезпечення системи і надають можливість його мікропроцесорної реалізації на промислових контролерах.

Для складних технологічних об'єктів заміна традиційних систем автоматичного управління постійного налагодження з ПІД-законами системами нового класу приведе, як мінімум, до двох важливих наслідків [5, 6]:

1) вплив чинників, що порушують задані технологічні процеси, парируватиметься цією системою регуляторів до меж, відведених управляючим діям;

2) поточні і екстрапольовані порушення регульованих технологічних процесів можуть практично миттєво передаватися на інформаційне поле оператора або автомати захисту. Блоки оцінювання (спостерігачі) даних систем можуть випускатися і застосовуватися окремо як прогнозаторів небезпечних режимів, що видають сигнали на відповідні дисплеї або пристрої для подальшого використання. Ця обставина дозволяє створювати крім систем регулювання системи контролю, діагностики, автоматичної сигналізації і аварійного захисту СТЗ принципово нового типу і відмінні від існуючих підвищеною ефективністю.

На завершення викладу переваг систем управління, що самоорганізуються, слід зазначити, що вони можуть поставлятися у вигляді пристроїв, орієнтованих як на конкретні нові об'єкти управління, так і як блоки само налагодження на об'єкти управління з традиційними регуляторами.

Такі самоналагоджувальні системи доцільно використовувати на судах в першу чергу в найвідповідальніших системах управління, що забезпечують управління рухом судна, пропульсивними установками, допоміжними механізмами, електростанціями.

Звернемося, наприклад, до особливостей систем автоматичного управління безпекою суднової електроенергетичної системи. Від їх якості і надійності в значній мірі залежить безпека мореплавання, а також техніко-економічні показники ефективності експлуатації судів. Судно як об'єкт системи автоматичного управління є складною ланкою, що складається з корпусу судна, керма і навколишнього їх середовища. Точний математичний опис [1] такої ланки зустрічає великі труднощі, а одержувані при цьому нелінійні рівняння надзвичайно складні. При цьому електричні коефіцієнти рівнянь значно



змінюються із зміною навантаження судна, тобто судно є нелінійним нестационарним об'єктом. Тому на практиці для синтезу систем автоматичного управління безпекою суднової електроенергетичної системи використовують спрощені лінійні стаціонарні математичні моделі об'єкту, коефіцієнти яких при різних варіантах навантаження і швидкостях ходу розрізняються на порядок і вище. Традиційним законом управління є ПІД-закон [1].

Одним з основних напрямів рішення цієї проблеми було створення автономних адаптивних систем автоматичного управління безпекою суднової електроенергетичної системи, яка забезпечує в більшості випадків автоматичну настройку параметрів (параметричну адаптацію) системи при зміні стану об'єкту управління і зовнішніх умов плавання (швидкості ходу, осідання судна, стани погоди, глибини під кілем). Досвід експлуатації таких адаптивних систем підтвердив підвищення їх техніко-економічної ефективності в порівнянні з традиційними системами. Проте вживання адаптивних систем дозволило лише частково розв'язати проблему, оскільки потенційні можливості параметричної адаптації обмежені. В даному випадку, у зв'язку з вказаними особливостями судна як об'єкту управління системи автоматичного управління безпекою суднової електроенергетичної системи, для повного вирішення проблеми потрібне використання структурної і параметричної адаптації, яка не пов'язана з математичною моделлю об'єкту і реалізується алгоритмами системи управління, що самоорганізовується. Проведені дослідження підтвердили такі можливості системи управління, що само організовується [3]. Приведений приклад є типовим.

Комплексний розгляд можливостей і переваг систем управління СТЗ, що самоорганізуються, дає підставу для ствердження, що пропонований підхід до вдосконалення засобів автоматизації різного призначення (регулювання, контролю, сигналізації, захисту і таке ін.) судовими технічними засобами є перспективним.

Литература

1. Одинаев В.А. Математическая модель пространства состояний судовой электроэнергетической системы. Принятие оперативных решений. // Судостроение. – 2003. – №5. – С. 42 – 44.
2. Субботін С.О. Подання та обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с.
3. Субботін С.О., Олійник А.О., Олійник О.О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей: Монографія / Під заг. ред. С.О. Субботіна. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 375 с.
4. Виноградова С. С., Касимов Н. Н. Применение нейросетевых технологий с целью оптимизации управления судостроительным предприятием (на примере Астраханского региона) // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер.: Морская техника и технология. – 2011. – № 2. – С. 20–27.
5. Аксенов С. В., Новосельцев В. Б. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии) / под общ. ред. В. Б. Новосельцева. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 128 с.



6. Яхьяева Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети: учеб. пособие. – М.: Интернет-Университет информ. технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 315 с.

Abstract. *This work is aimed at increasing the efficiency and competitiveness of new generation vehicles. This approach allows creating, in addition to the systems of regulation of the control system, diagnostics, automatic signalling and emergency protection of ship's technical equipment of a fundamentally new type, which are different from the existing high efficiency.*

Keywords. *vessels, control systems, control systems, pid-regulators.*

References. 1. Odinaev V.A. Mathematical model of the state space of the ship electric power system. Adoption of operational decisions. // Shipbuilding. - 2003. - №5. - P. 42 - 44.

2. Subbotin S.O. Presentation and processing of knowledge in systems of artificial intelligence and decision support - Zaporizhzhia: ZNTU, 2008. - 341 p.

3. Subbotin SO, Oleinik A.O., Oliynyk O.O. Non-iterative, evolutionary, and multi-agent methods for synthesizing non-graphical and neural network models: Monograph / Under the general. Ed. S.O. Subbotin - Zaporozhye: ZNTU, 2009. - 375 p.

5. Vinogradova SS, Kasimov NN Application of neural network technologies to optimize the management of a shipbuilding enterprise (on the example of the Astrakhan region) // Vestn. Astrakhan. state. tech. University. Ser. : Marine technology and technology. - 2011. - No. 2. - P. 20-27.

5. Aksenov SV, Novoseltsev VB Organization and use of neural networks (methods and technologies) / under the general. Ed. VB Novoseltseva. - Tomsk: Publishing house of NTL, 2006. - 128 p.

6. Yakhyaeva G. E. Fuzzy sets and neural networks: Textbook. allowance. - Moscow: Internet-University Inform. technologies; BINOMIAL. Laboratory of Knowledge, 2006. - 315 pp.