

УДК 681.513:627.71:004.5

Г.Л. Баранов¹, І.В. Тихонов², Г.О. Джиджула², В.Л. Міронова³¹ ДП «Центральний науково-дослідницький інститут навігації управління», Київ² Київська державна академія водного транспорту ім. П. Конашевича-Сагайдачного, Київ³ Національний транспортний університет, Київ

ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ПОЛІЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ РУХОМ МОРСЬКИМИ ТАНКЕРАМИ ГАЗОВОЗАМИ

Розроблена формалізація циркуляції для полі ергатичних систем навігації та управління рухом морських танкерами газозовозами. Запропонована технологія підвищення рівня інтелектуалізації на базі універсального семантичного кодування лінгвістичних повідомлень, що циркулюють між інтелектуальними агентами системи. Надані ядерні семантичні відношення для побудови лінгвістичних текстів на природних мовах комунікантів.

Ключові слова: навігація, управління, транспортні засоби, телекомунікація, лінгвістика, семантика, взаємовідношення, безпека руху.

Вступ

Стабільність інноваційного розвитку економіки держави, ефективності виробництва продукції, різноманіття форм добробуту населення залежить від постачання ключових ресурсів. В сучасних умовах існує значна залежність від великих обсягів газу. Географічно привабливі й дешеві джерела гостро потрібного, але й небезпечного, газу знаходяться на великих відстанях від центрів газопостачання його масовим споживачам. Трубопровідний спосіб транспортування газу у сучасних умовах ринкових відносин між державами світу відчуває конкуренцію від водного транспорту на базі сучасних морських танкерів газозовозів (МТГ) [1, 17].

Підвищення функціональної стійкості (гарантування живучості, надійності, ефективності) [2, 3] транспортної роботи МТГ потребує відповідного удосконалення систем навігації та управління рухом (СНУР) МТГ. На акваторіях маршруту руху МТГ постійно змінюються зовнішні умови (вітер, хвилі, течії, рельєф дна, інші навігаційні загрози), на які слід адекватно реагувати для забезпечення безпеки життя екіпажу та вибухо-пожежно безпечної експлуатації вантажу й МТГ [2, 5, 17].

Враховуючи особливу державно-господарчу важливість проблем своєчасного газопостачання від дешевих та віддалених джерел видобутку газу, потрібне якісне удосконалення СНУР МТГ у напрямку підвищення [4] інтелектуальності програмно-апаратних комплексів (ПАК) стаціонарних центрів транспортних інформаційно-управляючих систем (ТИУС), а також бортових багато функціональних комплексів (ББК) гарантовано адаптивного управління (ГАУ) МТГ.

У складних умовах судноводіння та під час екстремальних обставин стосовно впливу факторів зовнішнього середовища безпомилкове прийняття

рішень для запобігання загрозливих явищ в зоні підвищеного ризику подій (ЗПРП) є актуальним.

Аналіз стану проблеми

Питанням підвищення ефективності СНУР суден на акваторіях судноводіння присвячено багато робіт закордонних та вітчизняних вчених [1 – 5]. Але рівень аварійності на водних шляхах не зважаючи на значний розвиток засобів автоматизації, комп'ютеризації та інформатизації компонент сучасних СНУР суден поки ще не змінюється [17]. Різноманіття конкретних аварій та катастроф суден обумовлено взаємозалежністю між багатьма процесами, які здійснюються у межах складної динамічної системи (СДС) відкритої до повної сукупності всіх впливів на судно внутрішніх та зовнішніх факторів соціотехнічного й природного середовища, яке неперервно варіюється у широких межах. Врахування закономірностей змін збурень за спектральними та імпульсними особливостями часових подій у ЗПРП набуває теоретичний й практичний розвиток [1,17]. Між тим, підвищення ефективності СНУР МТГ потребує подолання додаткових труднощів, які раніше не враховувались, або більш повно невизначались як задачі оперативного управління та забезпечення функціональної стійкості даного класу суден-газовозів.

Постановка задачі

Морська навігація стародавня та в той же час дуже складна область знань, яка необхідна для розв'язку поточних задач СНУР у будь-якому місцеположенні МТГ, у будь-який час дня й року, у будь-яких (нормальних, предаварійних, екстремальних та аварійних) [2 – 5] режимах експлуатації, при різноманітних збігах обставин у ЗПРП стосовно взаємодії явищ та процесів соціотехнологічних й природних варіювань багатьох факторів і параметрів.

Під час реалізації конкретних рейсів за плановими маршрутами перевезення скрапленого газу додатково діють процеси як приховані загрози (вибуху, пожежі, руйнування, відмови, дефектоутворення та інші). Практично неконтрольовані стани контактних зон з різними конструктивними матеріалами.

Неперервні внутрішні зміни (стану газорідної речовини у танках МТГ, режимів роботи силового обладнання, взаємодії опорних конструкцій [17] судна) накладаються на квазіперіодичні зовнішні зміни оточуючих судно природних факторів навколишнього середовища. Такий причинно-наслідковий збіг обставин за рахунок різноманітних та гетерогенних (різноманітних за фізикою трансформації) форм взаємодії між збуреннями та реакцією твердого розподіленого корпусу МТГ в цілому реально ускладнює прогноз режимів роботи СНУР за критеріями гарантування безпеки транспортування газу протяжними водними шляхами. Для розв'язку практичних задач СНУР засобами ПАК ТІУС та ББК МТГ потрібне зняття невизначеності даних, некоректності задач, не конструктивності пропонуємих алгоритмів [2, 5, 7].

Тому першочерговою задачею для подолання проблемних суперечностей та відмічених труднощів є формалізація побудови функціонально стійкої СНУР МТГ на базі засобів інтелектуальних агентів системи (IAS), які гомеостатичні та ефективні при різних змінах ситуацій та параметрів стану кожного з учасників СДС.

Основний матеріал

Пропонуємо IAS (чи з природним чи зі штучним інтелектом) взаємодіють між собою по принципам телекомунікації, яка гарантує обмін порціями повідомлень. Наявний інтелект кожного IAS забезпечує розпізнавання ситуацій, формування поточного завдання і задачі, розв'язку часткової задачі та надання відповіді (відправлення адресату [2-5] власного цілеспрямованого повідомлення) для продовження закономірної циркуляції інформації під час розв'язку задач СНУР МТГ, що виникають ситуативно.

Інтегрована СНУР МТГ є ієрархічною відкритою системою, яка складається з полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО), які використовують інтелект осіб, що приймають рішення (ОПР), та комп'ютерний інтерфейс для взаємодії через мережу Internet. Крім того розгалужені ТІУС, що обслуговують єдиний навігаційний простір (СНП), застосовують штучний інтелект відповідних ПАК та ББК для ГАУ рухом суден особливо у ЗППП [1 – 5, 17].

Забезпечення безпеки та регулярності рейсів МТГ можливе шляхом цілеспрямованого розподілу функцій за вимогами ІМО [17] між всіма IAS на всіх рангах ПЕВО, ПАК, ББК. Зростання ролі новітніх інноваційних засобів для СНУР МТГ вимагає своє-

часного підвищення ефективності навігаційного обслуговування за рахунок інтелектуалізації процесів розв'язку ситуативних задач. Суттєве розширення (надлишкове) сфери застосування інтелекту різноманітних IAS пов'язано з діалоговою комунікацією на природних мовах [7] (експертів, фахівців, спеціалістів, вахтених, судноводіїв та обслуговуючого персоналу ПЕВО). Сутність такого спілкування та відповідної циркуляції навігаційної інформації полягає у стислих, обмежених, майже штампованих реченнях. Але їх повний сенс достатній для ініціювання швидкого, цілеспрямованого реагування отримувача, практично кодованого за правилами (форматами) природної мови стислого повідомлення.

Практика побудови сучасних ПЕВО підтверджує доцільність, ефективність та корисність організації людино-машинних інтерфейсів (НМІ) на базі природних актів дії під час спілкування у стислих, ситуативних змінах умов взаємодії. Логіко-семантичні алгоритми (ЛСА) однозначно відображаються у вигляді схем, графів, мереж зі стандартними фрагментами [7]. Первинний алфавіт породжує слова, зі слів отримуємо речення. Далі комбінування з метою опису СДС дозволяє отримувати: абзаци, підрозділи, книги, збірники томів, бібліотеки тощо. Така технологія логіко-семантичного генерування за правилами зрозумілими всім IAS обґрунтована трудами Р. Декарта, Дж. Уілкінса, Г. Лейбніца та інші [6-16].

Символьні перетворення [7] та семантичне числення [6] на базах знань та даних потребують подальшої формалізації різноманітної прагматики для реалізації державної наукової програми «Образний комп'ютер» (№ 01034001217). В даній роботі розроблена формалізація прагматики навігаційного обслуговування МТГ у ЗППП, де він отримує повідомлення берегових центрів ТІУС СНУР суден.

Формалізм семантичного сенсу типового речення полягає у номінації наступних часток [12].

1. Агент дії X_i . 2. Саме дійство A_j . 3. Інструмент механізм Y_k технологічної системи. 4. Конкретний результат W_l як ресурс, продукт, послуга, товар. 5. Спільна кінцева Z_m ціль, мета. 6. Конкретні умови процесу F_n труда, технології. 7. Конкретна фізична (хімічна, біологічна, соціальна тощо) динаміка D_t взаємодії всіх учасників єдиної СДС під впливом всіх внутрішніх та зовнішніх факторів середовища з обмеженою контактною зоною обміну речовиною, енергією, інформацією (РЕІ), на межі якої виконуються закономірності життєвого циклу. Для приклада можливості даного формалізму із 7-ми компонент наведено речення-формат певного сенсу: «Агент IAS X_i реалізує дію A_j шляхом застосування інструменту (технологічного засобу, алгоритму, машини, роботу, автомату тощо) Y_k та отримує результат W_l при наступних умовах і обставинах, що характери-

зують кінцеву Z_m ціль процесу F_n технології з фізичною динамікою D_t СДС.

Сенс кожного словосполучення (поняття) закріплений форматним порядком складових у реченні за даним стандартизованим форматом (шаблоном, штампом, структурним знакомісцем). Символьний запис цілого класу речень за даним форматом має вигляд

$$\langle X_i, A_j, Y_k, W_l, Z_m, F_n, D_t \rangle. \quad (1)$$

В конкретних реченнях слід використовувати цільові елементи відповідної множини понять:

$$\begin{aligned} X_i &\in X, \forall i \subset I; A_j \in A, \forall j \subset J; \\ Y_k &\in Y, \forall k \subset K; W_l \in W, \forall l \subset L; \\ Z_m &\in Z, \forall m \subset M; F_n \in F, \forall n \subset N; \\ D_t &\in D, \forall t \subset T. \end{aligned} \quad (2)$$

Базові множини X, A, Y, W, Z, F, D мають (як й алфавіт первинних знаків) кількісні обмеження. Але можливо в цих таблицях – файлах робити корегування, виключення, заміну, доповнення-розширення за потреб конкретної ПЕВО, яка обслуговує судна та МТГ шляхом розв'язку задач СНУР у ЗПРП.

Множини з властивостями згідно (2) формують опорний фундамент операційних засобів ПАК та ББК для застосування між IAS діалогів наближених до природної (будь-якої лінгвістично існуючої) мови спілкування ОПР ПЕВО.

Кожний акт породження повідомлення згідно запропонованого формалізму (1), (2) дозволяє виконувати лінгвістичне визначення процесу відображення (думки) IAS – ОПР $\langle \text{АВАК} \rangle$ у форматизований опис для наступної телекомунікації з метою спонукання іншого IAS $\langle \text{РОАК} \rangle$ до активних дій у СНУР суден.

Двійковість лінгвістичного перетворення полягає у вигляді двох процесів. Перший процес реалізує ідентифікацію конкретного елемента на повній множині можливих альтернатив, варіантів, варіацій. Для цього можливо використовувати поточний номер (наприклад i, j, k, l, m, n, t), мітку, адресу, вказівний елемент. Таким чином отримуємо номінативну одиницю, конкрет. Ролева функція отриманого конкрету закріплена у другому процесі його місцем у комбінаторній послідовності (1), що формалізована. Це необхідно для комунікаційних цілей надання точних змістовних відповідей на даний запит стосовно ситуації, явища, обставин, умов зміни події, станів, об'єктів. Саме алгебраїчна структура формалізму (1) розподіляє реальні ролі у СДС [5,7].

На запитання «Хто (або що) приймає дію A_j у ситуативному явищі?» згідно знання речення (1) логічна та точна відповідь – це « $X_i \in X$!».

На запитання «Що робить або у якому явищі приймає участь X_i ?» відповідь конкретна «Дія A_j !».

На запитання «Яка причина дії A_j спричиненої X_i ?» відповідь також однозначна і точна «інстру-

мент (машина, програма, подія) Y_k !».

Стислий семантичний ядерний зміст $\langle \text{запитів} - \text{відповідей} \rangle$ даного типу визначають лише три компоненти у вигляді символічного запису [12,14]

$$\langle X_i A_j Y_k \rangle \in \{SAO\}, \quad (3)$$

де S – множина суб'єктів $\langle \text{He} \rangle$; A – множина актів дії, взаємодії у явищах $\langle \text{It} \rangle$; O – множина об'єктів $\langle \text{She} \rangle$ для замикання сутності відміченої взаємодії або зв'язку.

Якщо у повному формалізмі (1) вичленити ядерний первинний ланцюг $\{SAO\}$, тоді залишок можливо інтерпретувати як символічний запис

$$\langle (W_l Z_m) F_n D_t \rangle \in \{SRP\}, \quad (4)$$

де $(W_l Z_m) \in S$ – множина суб'єктивного бажання мати цілеспрямований згідно Z_m результат W_l у його конкретній формі; $F_n \in R$ – множина реальних відношень у СДС при реалізації конкретно фіксуємих функцій F_n ; $D_t \in P$ – множина реальних властивостей, які визначають сутність динамічних процесів у формальному логіко-алгоритмічному відображенні їх через модуль D_t , що дозволяє IAS (ПАК чи ББК, ОПР) здійснювати моделювання СДС [6-16].

Формалізми (3) та (4) дозволяють на всі можливі запитання різноманітних, наприклад дванадцяти типів [7], отримувати логічні, точні й конкретні відповіді. Інтелектуалізація СНУР МТГ відбудеться, якщо попередньо у пам'ять IAS були завантажені (сформовані) інтелектуальні засоби на базі лінгвістичних об'єктів виду (1) – (4), а також таблиць з конкретизацією типу SAO та SRP характеристик різноманітності СДС відповідно для нормальних, аварійних та екстремально-критичних режимів експлуатації МТГ [1,17].

Таблична форма відображення лінгвістичних повідомлень у інформаційно-образну динамічну модель (ЮДМ) [7] незважаючи на первинну сутність документу на будь-якій природній мові забезпечує єдиний технологічний базис СНУР МТГ для ефективної циркуляції закономірних даних засобів ГАУ рухом у ЄНП водних акваторій. Номінативна ідентифікуюча функція міститься у шапці-заголовку таблиці з відображенням головної цільової сутності її змісту. Тіло-композиція таблиці, що конкретизує повний обсяг всіх ключових семантичних відношень формують, формує матриці з відповідною кількістю рядків та стовпчиків для відображення формалізмів (3) та (4) у єдиній конструктивній формі обробки даних у межах електронної технології ПАК ПЕВО та ББК ГАУ МТГ [6 – 16].

Зняття природної невизначеності окремого ситуативного повідомлення засобами IAS та ПАК здійснюється конструктивними алгоритмами, які безпосередньо конструюються як символічне числення на основі ядерних універсальних семантичних кодових сутностей природного інтелекту, який не-

перервно розв'язує задачі практики на всіх фазах реалізації життєвих циклів, включаючи газопостачання морськими танкерами газозовозами [7 – 18].

Висновки

1. Розроблена конструктивна основа формалізації процесів циркуляції інформації при розв'язанні комплексів взаємопов'язаних задач, що ситуативно виникають під час функціонування полієргатичних виробничих організацій, які забезпечують навігаційне обслуговування у зона підвищеного ризику аварійних подій та гарантовано адаптивне управління рухом суден, включаючи морські танкери газозовози з вибухо-пожаро небезпечним вантажем.

2. Запропонована конструктивна інформаційна технологія підвищення рівня інтелектуалізації на базі принципів універсального семантичного кодування лінгвістичних повідомлень, що циркулюють між інтелектуальними агентами єдиної системи навігаційного обслуговування руху суден на водних шляхах.

3. Формалізована природна багатомірність опису складних динамічних систем, до складу яких належать полієргатичні виробничі організації навігаційного обслуговування руху суден з застосуванням берегових та бортових програмно-апаратних комплексів гарантовано-адаптивного управління на всіх рівнях ієрархії цілісної системи. Надані фундаментальні ядерні семантичні відношення для побудови відображення лінгвістичних текстів на природній мові суспільної комунікації у єдину інформаційно-образивну модель складної динамічної системи. Запропонована організація пам'яті баз знань стаціонарних й бортових програмно-апаратних комплексів навігації і управління рухом у екстремальних обставинах, яка дозволяє швидко, логічно, повно і змістовно надавати відповіді на запитання, що виникають ситуативно під час змінних умов експлуатації транспортних засобів.

4. Інтелектуальне гарантування якості, ефективності та безпеки руху транспортних засобів у складних умовах впливу зовнішнього та внутрішнього середовища реалізується шляхом інтеграційних, покровових процесів адаптації, самоорганізації та самоудосконалення засобів прогресивної єдиної інформаційної технології з цілеспрямованою циркуляцією повідомлень, які мають носії семантичної організації інформаційно-образних динамічних моделей реально всесвіту.

Список літератури

1. Бойко П.А. Проблемы эффективной и безопасной эксплуатации танкеров-газовозов при строительстве СПГ-Терминала в Украине / П.А. Бойко // *Водный транспорт. Збірник наукових праць Київської державної академії водного транспорту ім. гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного*. – К.: КДАВТ, 2012. – №2(14). – С.22-28.

2. Баранов Г.Л. Функциональная стойкость навигационного обслуживания безопасности судноплавства на внутренних водных путях / Г.Л. Баранов, А.М. Носовский, И.В. Тихонов // *Монография* – К.: КДАВТ, 2012 -149 с.

3. Баранов Г.Л. Аналитические соотношения между навигационными параметрами терминальных условий движения высокоскоростных транспортных судов / Г.Л. Баранов, И.В. Тихонов, С.А. Банишевский // *Системы управления, навигации и связи, научно-периодическое издание*. – К.: ЦНДІНУ, 2008 – Вып. 4. – С.8-11.

4. Кини Р.Л. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Р.Л. Кини, Х. Райфа // - М.: Радио и связь. 1981. -559 с.

5. Баранов Г.Л. Концепция построения функционально стойкого навигационного обслуживания объектов водного транспорта в зонах повышенного риска плавания / Г.Л. Баранов, И.В. Тихонов // *Системы управления навигации и связи, научно-периодическое издание*. – К.: ЦНДІНУ, 2009. – Вып. 2(10). С17-21.

6. Лейбниц Г.В. Основы исчисления рассуждений / Г.В. Лейбниц // *Сочинения: в 4х т.* – М.: 1984. т.3.

7. Баранов Г.Л. Структурное моделирование сложных динамических систем / Г.Л. Баранов, А.В. Макаров // - К.: *Наук. думка*. 1986. – 272 с.

8. Соссюр Ф. де Курс общей лингвистики / Ф. де Соссюр // *Екатеринбург*, 1999.

9. Фреге Г. Логика и логическая семантика / Г. Фреге // *Сборник трудов* – М.: 2000.

10. Chomsky N. *Lectures on Government and Binding* / N. Chomsky // *Dodrecht*, 1981.

11. Чипашивили Ш.Ш. Некоторые вопросы создания единого кода семантики информации (проект «Интерсемантика») / Ш.Ш. Чипашивили // *Искусственный интеллект* – 2000, №3 – С.578-583.

12. Мартынов В.В. Основы семантического кодирования. Опыт представления и преобразования знаний / В.В. Мартынов // - Минск ЕГУ. 2001. 140 с.

13. Дібрівний М.В. Створення семантичного інформаційного середовища на засіданні універсального семантичного інформаційні технології в освіті, науці і техніці (ІТОНТ – 2004) – Т.2. – Черкаси: Вид-во УНУ – 2004. – С.15-18.

14. Мартинов В.В. Китайская семантика в системе исчисления примитивов / В.В. Мартинов // *Пути Поднебесной. Сб. науч. тр.* – Минск, 2006. – Вып.1. – С. 131-151.

15. Аверкин А.Н. Толковый словарь по искусственному интеллекту / А.Н. Аверкин, М.Г. Гаазе-Рапопорт, Д.А. Поспелов [электронный ресурс]. URL: <http://www.raai.org/library/tolk/avioc.html> (дата обращения 14.03.11).

16. ISO/IEC 14977:1996(E), *Extended BNF* [электронный ресурс] URL: <http://www.cl.cam.ac.uk/~mgk25/iso-14977.pdf> (дата обращения 14.03.11).

17. Костылев И.И. Морская транспортировка сжиженного газа / И.И. Костылев, М.М. Овсянников // - ГМА им. Макарова, 2009. – 304с.

18. Ovchinnikov P.Ph. *Modeling on the process of a person's adaptation to wards the change on the surroundings* / P.Ph. Ovchinnikov, V.A. Golikov // *XXI symposium on rheology (collection of abstracts)* – Klaipeda: Lithuania. 1998. – 50 p.

Надійшла до редколегії 23.05.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.Ю. Ільїн, ДП «Центральний науково-дослідний інститут навігації і управління», Київ.

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПОЛИЭРГАТИЧНЫХ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ
МОРСКИХ ТАНКЕРОВ ГАЗОВОЗОВ**

Г.Л. Баранов, И.В. Тихонов, Г.О. Джиджула, В.Л. Миронова

Разработана формализация циркуляции для полиэргатических систем навигации и управления движением морскими танкерами газовозами. Предложена технология повышения уровня интеллектуализации на базе универсального семантического кодирования лингвистических сообщений, циркулирующих между интеллектуальными агентами системы. Предоставлены ядерные семантические отношения для построения лингвистических текстов на естественных языках коммункантов.

Ключевые слова: навигация, управление, транспортные средства, телекоммуникация, лингвистика, семантика, взаимоотношения, безопасность движения.

**INTELLECT OF POLYERGATIC SYSTEMS NAVIGATION AND MOTION CONTROL
THE GASES TANKER MARINE SHIPS**

G.L. Baranov, I.V. Tihonov, G.O. Dzhidzhula, V.L. Mironova

Formalization of circulation for poliergatic system navigation and motion control the gases tanker marine ships is developed. Technology for improving the level of intellectualization based on the universal language of the semantic encoding messages circulating between intellectual systems agents is presented. Core semantic relationships for building linguistic texts in natural language of communicators are given.

Keywords: navigation, control, vehicle, telecommunications, linguistics, semantics, relationships, motion safety.