

УДК 681.513:627.71:656.052

Г.Л. Баранов¹, І.В. Тихонов², Г.Г. Соболевський³¹ДП «Центральний науково-дослідницький інститут навігації управління», Київ²Київська державна академія водного транспорту імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного, Київ³Національний транспортний університет, Київ

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБІВ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ТА КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ РУХОМ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТУ

Стаття присвячена науковим основам гарантування критеріїв безпеки навігації, життєздатності, життєвих функцій і транспортної роботи. Раціональне застосування контролездатних автоматів служить основою гарантування існуючого базису в зонах безпечної роботи для відкритих комплексних транспортних систем.

Ключові слова: навігація, управління рухом, загрозливі умови, комп'ютеризовані комплекси, контроле-ри-автомати, транспортна безпека, транспортний засіб.

Вступ

У сучасних умовах стійкого розвитку інтелектуальних транспортних систем (ITS) все більшої актуальності набуває задача підвищення реальної безпеки високошвидкісних транспортних засобів (ВТЗ). Це одночасно визначає вимоги до суттєвого зниження до $P_A = 10^{-6}$ та $P_K = 10^{-7}$ [1, 2] ймовірності виникнення аварії або катастрофи у зонах підвищеного ризику подій (ЗПРП).

Від гарантування даної якості роботи систем навігації та управління рухом (СНУР) ВТЗ залежить життя пасажирів, вантажів, біологічного різноманіття екологічного довкілля ЗПРП. Ось чому розробка методів та засобів гарантування цільової функціональної стійкості (ЦФС) процесів СНУР ВТЗ за критеріями майже 100% безаварійності представляє собою важливу науково-технічну задачу для всіх держав світу [3, 4].

Аналіз сучасного стану та відомих опублікованих робіт дозволяє визначити значну увагу до питань функціональної стійкості складних динамічних систем (СДС), поліергачичних виробничих організацій (ПЕВО), окремих інтелектуальних агентів системи (IAS) для кожного виду транспорту (космічного, повітряного, водного, наземного, робототехнологічного) [1 – 4]. Відомі методи та засоби забезпечення необхідної ЦФС процесів СНУР ВТЗ базуються на принципах формування достатньої надлишковості техніки з мережними формами взаємодії для парирування відмов та зовнішніх загроз [5 – 8]. Ці конструктивно-технологічні рішення на борту відомих ВТЗ не завжди задовольняють високі потреби гарантування життя у стресових, форс-мажорних, екстремальних ситуаціях з жахливими загрозами непереборної сили. Тому майже 100% безаварійність у ЗПРП вимагає використання

якісно нових підходів до гарантування більш високого рівня ефективності маневрування наявними бортовими ресурсами ВТЗ для отримання ЦФС у стислих, складних, небезпечних та змінних умовах руху фактично згідно програмної траєкторії заданим маршрутом.

Мета роботи. Розробка нових формалізованих підходів до гарантування більш високого рівня ефективності безаварійного маневрування завдяки засобам технічної діагностики та контролю (ЗТДК), які забезпечують достатній час для своєчасної реалізації профілактичних дій щодо запобігання лиха з аварійними та катастрофічними наслідками.

Постановка задачі. Відомо, що значна більшість сучасних ВТЗ мають на борту різноманітну комплектацію комп'ютеризованих засобів, включаючи СНУР їх рухом згідно заданого на певний термін маршруту з відомими програмними траєкторіями відповідно прогнозних умов руху у оточуючому середовищі. Всі передбачені умови руху ВТЗ при реалізації планового завдання реально змінюються повільно та у певних геофізичних явищах стрибкоподібно (аеродинаміка, гідродинаміка, електромагнітодинаміка, землетруси та геодинаміка тощо [3, 4]).

Соціотехнологічне середовище змінюється за іншими законами: хвороби, втрата навичок, забування IAS; нові регламенти, правила, закони стосовно експлуатації ВТЗ; ремонтні роботи, відновлення габаритних смуг руху, тимчасові заборони на рух у локальних зонах; збої, втрата ресурсу, відмови функціонування техніки; порушення нормативних режимів взаємодії між IAS у ПЕВО ITS (маніфестації, страйки, терористичні та військові акти тощо) [3].

Сутність непередбачених подій при збігу їх різноманітних форм набуває характеру непереборної сили для конкретного ВТЗ, що здійснює плановий маршрут. Саме в цих форс-мажорних обставинах

бажано не опинитись, тобто ухилитись від можливо-го наближення до небезпечних областей навігації (НОН). Задача гарантування безпеки руху конкретного ВТЗ полягає у застосуванні бортових ЗТДК для зняття невизначеності на короткочасний інтервал прогнозного руху у межах безпечної області навігації (БОН). Умова щодо режиму гарантування (~100% безаварійності) полягає у тому, що просторово-часові континууми БОН та НОН ніколи не перетинаються та не контактують. Між ними повинна бути дистанція безпечного наближення під час маневрування до режимів видалення та ухилення від лиха.

Основний матеріал

Теорія систем, що само організуються та само-удосконалюються, формалізує механізми процесів перетворення інформації [9 – 11] у межах особливо-го окремого середовища (ООС), де його внутрішня організація (а саме внутрішні операційні модулі (ВОМ), канали зв'язку (КЗ) між ними) змінюються внаслідок функціонування в околі складної динамічної системи (СДС), зовнішня підсистема якої спонукає таким змінам та варіюванню відповідно до актів впливу.

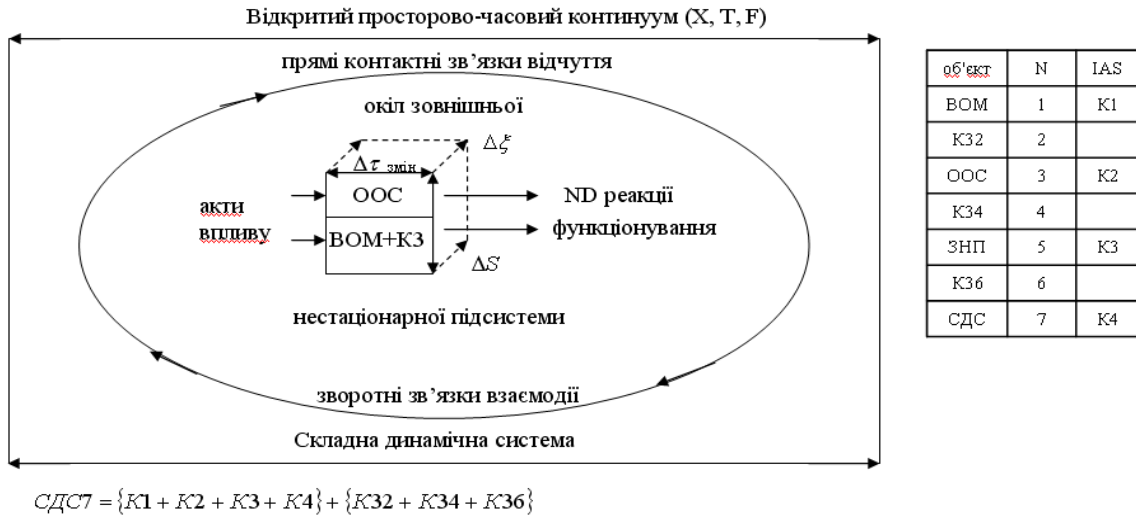


Рис. 1. Концептуальна схема причинно-наслідкових процесів перетворення актів гетерогенних впливів за допомогою ООС у ND реакції його функціонування у відкритій складній динамічній системі, що нестационарна

Згідно концептуальної онтологічної схеми модель природної СДС може бути складена з перетворювачів-комплексів $K_i, \forall i = \overline{1, N}$ та каналів-мережі зв'язків між K_i та K_j , що позначимо $C_k, \forall k = \overline{1, M}$. Канали зв'язку відповідно динаміки процесів у просторово-часовому континуумі (ПЧК) умовно визначаємо як вхідні (ті, що сприймають акти впливу, включаючи сигнали повідомлень), так і вихідні (такі, які відправляють у зовнішню підсистему відповідні відповіді – цільові реакції про зміни внутрішнього стану ООС в поточних обставинах функціонування цілісної СДС).

Вхідні канали C_{ki} сприймають вхідні сигнали, дані матеріальні ознаки змін у СДС та її часткових елементах. Вихідні канали C_{kj} відповідно сигналізують про адекватну реакцію ООС в цілому на заданому інтервалі $\Delta t \in T \subset \Theta$ функціонування у межах СДС.

Процеси перетворення вхідних сигналів у вихідні реалізуються як в середині ООС, так і в середині будь-якого каналу, який слід називати технологічним телекомунікаційним каналом (ТТК) зв'язку

внаслідок явної його специфіки на відповідні далекі відстані.

З іншого боку у локальній операційній зоні (ЛОЗ) з мінімальними відстанями між ВОМ внутрішні ТТК забезпечують внутрішню взаємодію лише у межах ЛОЗ ООС. Сучасні технічні засоби реалізують необхідні процеси перетворень у цифровій кодованій формі за допомогою мікроконтролерів, ядерних процесорів, багатоядерних комп'ютерів та розподілених інформаційних систем (DIS) з мережною організацією взаємодії у вузлових пунктах або терміналах-станціях.

Сутність перетворення у реальних технологіях будемо визначати у вигляді алгебраїчної символіки

$$X \rightarrow F() \rightarrow Y = F(X), \quad (1)$$

де X – множина вхідних сигналів, які отримані на вхідних каналах;

Y – відповідна множина вихідних сигналів внаслідок закінчення процесів перетворення всередині ООС після сприйняття множини X ;

$F()$ – функціональний перетворювач, який обрано шляхом розпізнавання цілісної ситуації у межах СДС з урахуванням цільового призначення ООС швидко,

адекватно, точно реагувати, тобто видавати вихідні сигнали $Y=F(X)$ лише після отримання сигнальної частоти, яка ініціює дану функцію перетворення.

Цільова функціональна стійкість (ЦФС) процесів ситуативної поведінки ООС у СДС полягає у чіткому визначенні конкретної задачі здійснення саме $F_{\xi}(X)$ перетворення, як однозначної відповідності $F_{\xi}: X \rightarrow Y$ між вхідними та вихідними сигналами-конкретами на розширеній множині дозволених експлуатаційних сигналів. Внаслідок змін у ПЧК СДС виникають різні цільові ситуації ξ , які впливають на вибір відповідності $Y(t_{\xi}) = F(X(t_{\xi}))$ за критеріями ЦФС.

Реальні неперервні аналогові сигнали можливо з необхідною точністю відобразити як дискретні [9-13]. Тоді використовуємо дискретні моменти часу $t = 0, 1\varepsilon, 2\varepsilon, 3\varepsilon \dots n\varepsilon$, де тривалість кроку $\varepsilon = \Delta\tau_k = \text{const}$ визначає високоточний таймер з відповідною стабільністю. Дискретний перетворювач працює з кодованими цифровими порціями, що визначають лише два стани 0 та 1 у одному біті даних.

Кожна порція може відобразити різну ієрархічну організацію інформаційного повідомлення. В теорії дискретних самоорганізуючих систем частіше виділяють три наступні класи.

Літери, прості елементи абетки формують неподільні базові значення для вхідних та вихідних сигналів будь-якого відображення для інтелектуального спілкування.

Слова відображаються як послідовності базових літер для фіксованого класу ситуацій та перетворень.

Списки характеризують послідовність окремих слів для відображення певної складності реальної ситуації.

Абстрактний дискретний автомат (АДА) як спеціалізований та уніфікований перетворювач має пам'ять для оперування з вхідними та вихідними повідомленнями з урахуванням внутрішніх станів.

Перехід з одного стану у часі $(t-1)$ в інший стан t за допомогою АДА реалізується згідно закону

$$a(t) = \delta(a(t-1), x(t)), \forall t = \overline{1, n}, \quad (2)$$

де $\delta(a, x)$ – функція переходів АДА для двох змінних a та x , причому початковий стан $a(0)$ заданий.

Вихідний сигнал $y(t)$ АДА може формувати у вигляді

$$y(t) = \lambda(a(t-1), x(t)), \forall t = \overline{1, n}; \quad (3)$$

$$y(t) = \mu(a(t)), \forall t = \overline{1, n}. \quad (4)$$

Згідно виразу (3), це λ реалізація автомата Мілі. Для виразу (4) $\mu(a)$ функція зсуву визначає вихідний сигнал автомата Мура [9 – 13].

Для АДА, у яких обмежена кількість функцій переходів та виходів, доцільно використовувати відповідні таблиці, що зберігають у пам'яті автомата.

Таким чином, якщо автомат отримав початковий стан $a(0)$ та на його вхід надійшло повідомлення у вигляді послідовності кодів, наприклад, $P = x(1), x(2), \dots, x(k)$ вхідної абетки \tilde{X} , тоді на виході АДА буде сформована відповідь у вигляді $q = y(1), y(2), \dots, y(k)$ в його вихідній абстракції \tilde{Y} . Інакше будь-який автомат індуює відображення φ множини \tilde{X} слів у множину \tilde{Y} відповідним чином

$$q = \varphi(p). \quad (5)$$

З метою підвищити ефективність АДА у випадках нескінченних автоматів застосовують цільові кінечні системи правил (граматики) [12].

Кожний конструктивний згідно Маркова алгоритм реалізує алфавітне відображення, яке задано кінцевою кількістю правил.

Необхідна зміна алгоритмів, як механізм модифікації, модернізації, удосконалення АДА, забезпечує реальну універсальність існуючих комп'ютерів. За допомогою введення в пам'ять OEM додаткової програми (кодованого нового алгоритма) розширена від зовнішнього доповнення OEM таким чином здатна реалізовувати цей новий алгоритм. Оперативна (швидкодіюча) та зовнішня (більш повільно діюча) пам'яті сучасних OEM практично необмежені. Але їх ефективність залежить від особливого окремого середовища, яке розширено завдяки кооперативній взаємодії IAS, кожний з яких доповнює штучний інтелект існуючих комп'ютерів шляхом застосування ТТК та за необхідністю мереж, включаючи Internet.

Будемо вважати, що поняття «універсальність АДА» включає властивість мати нові початкові умови, тобто саме ті, у яких АДА опинився після відпрацювання останньої відповіді $q(t)$ на попереднє повідомлення з запитом $p(t)$. АДА відповідно $q(t) = \varphi(t, p(t))$ виробив внаслідок попередніх умов $a(t-1)$ з системою цільових правил $\delta(t-1, a(t-1), x(t))$, що наявні в його пам'яті.

Таким чином універсальність АДА передбачає з часом внаслідок накопичення $\delta_{\xi}(a, x)$ функцій переходів та розширення \tilde{X} та \tilde{Y} множин отримувати нові властивості завдяки алгоритмам навчання, самоорганізації, самоудосконалення, самопрограмування, самоадаптації. Ці нові властивості спрямовані на пошук нових закономірностей при неперервній взаємодії ООС з околотою зовнішнього нестаціонарного середовища відкритої СДС.

За достатньо великий інтервал часу замість високоточного кроку $\varepsilon = \Delta\tau_k = \text{const}$ можливо знайти

більший крок $\varepsilon = \Delta\tau_k = \text{const}2 > \text{const}1$ для послідовності $T = 0, 1\delta, 2\delta, 3\delta, \dots, m\delta$, яка дозволяє співвідносити списки кодованих слів

$$\{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}, \dots, x_{in}\} \in \tilde{X}(T); \quad (6)$$

$$\{y_{i1}, y_{i2}, \dots, y_{ik}, \dots, y_{in}\} \in \tilde{Y}(T), \quad (7)$$

де $\tilde{X}(T)$ – множина вхідних слів певного процесу ЦФС ООС; $\tilde{Y}(T)$ – множина відповідних вихідних слів згідно алгоритмічної системи правил АДА.

Обидва вхідні та відповідні вихідні послідовності визначають окрему підстановку з трансверсальною послідовністю

$$(T_1, T_2, \dots, T_k, \dots, T_n) = T(\delta). \quad (8)$$

Трійка сигнальних значень (x_{ik}, y_{ik}, T_k) може визначати операцію циклічного перетворення (формального цикла), коли за повних фіксованих умов за інтервал часу T_k алгебраїчно пов'язані вхідні x_{ik} та вихідні y_{ik} дані для конкретного автомата. Трансверсальна послідовність $T(\delta)$ з обраним (визначеним, знайденим, розпізнаним) кроком $\delta = \text{const}2$ параметризує реальну послідовність функціонування ООС в СДС у вигляді послідовності циклів (періодів, етапів, фаз, закономірностей виду $y = f(x)$, де вид самої функції повністю зазначений відповідним класом [12].

Нехай маємо автомат А1, що функціонує лише з однолітерними кодами вхідного автомата Х1 множини та для виходів використовує Y1 множину. За час його функціонування отримані дозволені вхідні та вихідні дані автомата А1, а також виконане визначення циклів.

Інший автомат А2 побудований згідно наступній системі правил. Для всіх різних вхідних слів, всіх циклів, у всіх дозволених послідовностях виконано заміну із застосуванням нового вхідного алфавіта Х2, тобто нового коду. Аналогічна процедура виконується з вихідними словами визначених циклів, для чого застосовується інший вихідний алфавіт Y2.

Функції переходів та виходів при початковому стані a_0 цього автомата А2 будуть відповідно $\delta_2(a, x_2)$ та $\lambda_2(a, x_2)$ за умов отримання лише дозволених (перекодованих в алфавіті Х2) вхідних послідовностей. Новий автомат А2 можливо називати циклічною перебудовою (перекодуванням) попереднього А1 автомата. Циклічна перебудова або не змінює кількість внутрішніх станів (стаціонарний випадок) або лише зменшує. Навпаки, кількість вхідних та вихідних нових літер для автомата А2 буде зростати [9 – 12].

Кількість рангів циклічних перебудов може зростати. При цьому АДА змінює властивості процесу перетворення вхідних даних у вихідні. Виникають два класи автоматів.

Перший клас охоплює автомати з одним жорстко незмінним внутрішнім станом (без корегування пам'яті), завдяки чому функція виходів стабільна у сенсі незалежності від змін станів у СДС, а залежна лише від вхідних даних. Для першого класу автоматів конструктор заздалегідь виконує циклування вхідних послідовностей, кодування та мінімізацію інформаційно-обчислювальних операцій для забезпечення його ефективності як програмного продукту зі штучним інтелектом за принципом <запит → відповідь>. АДА першого класу характеризують різноманіття всіх робочих типових програмних модулів (ТПМ), які при наданні на його входах \tilde{X} даних після відповідної переробки гарантують отримання відповідно функціонально обумовлених \tilde{Y} вихідних даних.

АДА другого класу не лише використовує необхідні ТПМ, а також додатково: оцінює якість результатів функціонування; контролює режими роботи, внутрішні стани та відхилення від ЦФС; приймає рішення для досягнення цільових станів; реалізує рішення стосовно процедур зміни станів та кодування сукупностей даних; реалізує процедури самонавчання. Тому такі АДА характеризують різноманіття всіх управляючих машин (УМ) з розвиненими функціями контролю, діагностики, прогнозування за рахунок: пошуку нових закономірностей (data mining); верифікації їх на даних попереднього досвіду; реалізації всередині ООС таких закономірностей циркуляції інформації, які спрямовані на удосконалення показників ефективності цілісної ООС та ЦФС у екстремальних умовах взаємодії з СДС.

Ієрархічна багатоступенева взаємодія АДА класу УМ реалізується на горизонтальних та вертикальних рівнях повномасштабної структури полієргатичних виробничих організацій (ПЕВО) цілісної інтелектуальної транспортної системи (ІТС). Завдяки режимам навчання, контролю та діагностики, багатокритеріальній оптимізації при прийнятті рішення досягається оптимальний розподіл функцій на множинах ТПМ та УМ, які забезпечують СНУР ВТЗ властивості: ГАУ при стабілізації ЦФС; самоорганізації, самоудосконалення, самоконтролю, самоадаптації; програмної інтелектуалізації DIS для навігаційного обслуговування ВТЗ у ЗІПП.

Висновки

1. Обов'язковою умовою побудови СНУР ВТЗ з властивостями функціональної стійкості до зовнішніх та внутрішніх факторів впливу навколишнього й оточуючого середовища є наявність у цілісній структурі складної динамічної системи, що включає зони підвищеного ризику подій з можливими аварійними чи катастрофічними наслідками, спеціалізованих додаткових засобів технічної діагностики та контролю (ЗТДК) якостей процесів функціонування на всіх рівнях ієрархічної організації навігаційного

обслуговування на запланованих маршрутах транспортних перевезень.

2. Синергетичний ефект гарантування безаварійного руху ВТЗ у поточних ситуаціях, що завжди змінюються та можуть набувати загрозливих небезпечних рівнів, забезпечують єдність принципів самоорганізації, самоудосконалення, самодіагностики, прогнозу та контролю процесів мультиагентної взаємодії інтелектуальних агентів СНУР ВТЗ у єдиних фізичних та інформаційних просторах СДС.

3. Кожний природний чи штучний ІАС та їх об'єднання, відповідно до конструктивного розподілу функцій ІТС на формальних принципах абстрактних дискретних автоматів, забезпечують гарантоване підвищення ефективності, точності та безаварійності реалізації транспортної роботи за рахунок релевантності інтервалів обмінів вхідними та вихідними даними, які засновані на результатах циклування взаємозв'язків між вхідними запитами та вихідними відповідями формальної мови дискретних перетворень з метою безпосереднього використання процесів самоновчання для розв'язання поточних складних ситуативних задач практики функціонування СНУР ВТЗ у форс-мажорних гетерогенних обставинах та умовах загрози життю.

Список літератури

1. Галак І.І. Системні аспекти забезпечення безпеки перевезень вантажів та пасажирів / І.І. Галак // Вісник НТУ. 42. – К.: НТУ, 2006. Вип. 13. – С. 145-150.
2. Aviation Accident statistics [Electronic resource] / National Transportation Safety Board. – Mode of access: www.ntsb.gov/aviation/htm. Last access: 2012 - Title from the screen.
3. Баранов Г.Л. Функціональна стійкість навігаційного обслуговування безпеки судноплавства на внутрішніх водних шляхах: моногр. / Г.Л. Баранов, А.М. Носовський, І.В. Тихонов. – К.: КДАВТ, 2012 – 149 с.
4. Баранов Г.Л. Принципи гарантування рівнів безпеки руху водних транспортних засобів в сучасних умовах / Г.Л. Баранов, Г.Г. Соболевський, І.В. Тихонов // Водний

транспорт: зб. наук. праць. – К.: КДАВТ, 2013. – №1 (6). – С. 7-13.

5. Машков О.А. Проблемы обеспечения функциональной устойчивости бортового информационно-управляющих комплексов авиационно-космической системы / О.А. Машков, О.А. Кононов // Збірник наук. праць КІВПС. – К.: КІВПС. – 1999. – Вип. 10. – С. 60-66.
6. Машков О.А. Метод забезпечення функціональної стійкості інформаційно-керуючого комплексу з використанням інформаційної надмірності / О.А. Машков, О.А. Кононов, В.П. Юньов // Зб. наук. праць. – К.: КІВПС. – № 7. – С. 73-85.
7. Машков О.А. Синтез структури автоматизованої системи по критерію максимуму функціональної стійкості / О.А. Машков, О.В. Барабаи // Аерокосмічні системи моніторингу та керування. – К.: НАУ, 2003. – Т. 2. – С. 193-196.
8. Обідін Д.М. Забезпечення функціональної стійкості складних технічних систем / Д.М. Обідін, О.В. Барабаи, Б.В. Дурняк, О.А. Машков // Моделювання та інформаційні технології: зб. наук. праць. – К.: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.С. Пухова НАН України, 2012. – Вип. 64. – С. 36-41.
9. Глушков В.М. Самоорганизующиеся системы и абстрактная теория автоматов / В.М. Глушков // Журнал вычисл. матем. и матем. физики. – 1962. – Т. 2, № 3. – С. 24-27.
10. Цетлин М.Л. Некоторые задачи о поведении конечных автоматов / М.Л. Цетлин // ДАН СССР. – 1961. – Т. 139, №4. – С. 34-37.
11. Minsky M. Size and structure of universal Turing machines using tag systems // Recursive Function Theory, Symposium in Pure Mathematics, AMS. – 1962. – 5 – p. 229-238.
12. Зайцев Д.А. Ингибиторная сеть Петри, исполняющая произвольную заданную машину Тьюринга / Д.А. Зайцев // Системні дослідження та інформаційні технології, 2012, №2. – С. 26.
13. Hopcroft J.E. Introduction to automata theory, languages and computation, second edition / J.E. Hopcroft, R. Motwani, J.D. Velman. – NY: Addison-Wesley, 2001. – 498 p.

Надійшла до редколегії 7.08.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Л.Ф. Купченко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ СРЕДСТВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ РЕАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТА

Г.Л. Баранов, И.В. Тихонов, Г.Г. Соболевский

Статья посвящена научным основам гарантирования по критериям безопасности навигации, жизнеспособности, жизненных функций и транспортной работы. Рациональное применение контролеспособных автоматов служит основой гарантирования существующего базиса в зонах безопасной работы для открытых комплексных транспортных систем.

Ключевые слова: навигация, управление движением, угрожающие условия, компьютеризированные комплексы, контроллеры-автоматы, транспортная безопасность, транспортное средство.

THE FORMALIZATION OF THE TECHNICAL MEANS OF DIAGNOSING AND MONITORING FUNCTIONAL STABILITY PROCESSES IN THE NAVIGATION AND TRAFFIC CONTROL OF TRANSPORT FACILITIES

G.L. Baranov, I.V. Tikhonov, G.G. Sobolevskii

This article is devoted to the scientific-theoretical grounding for the main criteria-safety of navigation, life functionality, vitality and transport work. Through the application controllable automates the existence of a safe operation zone in an open complex dynamic system is guaranteed.

Keywords: navigation, traffic control, difficult conditions, computerized complexes, controllable automates, traffic safety, vehicle.