

4. Калениченко С.П., Коновалов А.А., Михайлов В.Н., Нгуен Хьу Тхань. Имитатор радиолокационных сигналов микроволнового диапазона. – Изв. СПб ГЭТУ «ЛЭТИ», сер. «Радиотехника», 2004, вып.1, с. 28-33.
5. Калениченко С.П., Михайлов В.Н., Нгуен Хьу Тхань. Моделирование отражений от морской поверхности в сантиметровом диапазоне электромагнитных волн. Изв. вузов России, сер. «Радиотехника», 2004, вып.3, с. 19-27.
6. Цифровая обработка сигналов/ А.Б. Серженко СПб.: Питер, 2003. – 604.
7. Long M.W. Radar Reflectivity of land and Sea. 3-d Edition. Neew York: Artech House, 2000. 560 pp.
8. Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах. – М.: Наука, 1968. – 400с.
9. Разработка технических предложений по развитию систем и техники связи и электронавигации. Раздел Г. Исследование влияния волнения моря на радиолокационные наблюдения. Научно-техн. отчет. – л.: Центральный НИИ морского флота, 1971. – 120 с.
10. Жерлаков А.В., Зимин Н.С., Кононов О.В. Радиолокационные системы предупреждения столкновений судов. – Л.: Судостроение, 1984. – 200 с.
11. Быков В.В. Цифровое моделирование в статистической радтоэлектронике. – М.: Сов. радио, 1971. – 328 с.
12. Тверской Г.Н., Терентьев Г.К., Харченко И.Л. Имитаторы эхо-сигналов судовых радиолокационных станций. – Л.: Судостроение, 1973. – 224 с.

Воробей В.І.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ НА ВХОДІ ПРИЙМАЧА РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

У статті наводиться дослідження і розробка імітаційної моделі процесу на вході радіолокаційного приймача для вирішення завдань супроводу об'єктів в засобах автоматичної радіолокаційної прокладки навігаційної радіолокаційної станції.

Ключові слова: радіолокація, моделювання.

Vorobei V.

MODELING OF THE PROCESS AT THE INPUT OF THE RADAR RECEIVER

The article presents the research and development of a simulation model of the process at the input of the radar receiver for solving problems of tracking objects in automatic radar plotting aids.

Keywords: radar, modeling

УДК 621.396:656.61.052

Баранов Г.Л., Тихонов І.В., Прохоренко О.М.

ПОЛІЕРГАТИЧНЕ ГАРАНТУВАННЯ ЯКОСТІ СИСТЕМ НАВІГАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ РУХОМ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Розроблено методологічні засади поліергатичного гарантування безпеки руху та ефективності функціонування систем навігації та управління рухом високошвидкісних транспортних засобів для забезпечення безпеки судноплавства. Методологія дозволяє визначити структурно-функціональний розподіл наявних засобів навігаційних систем та комплексів оптимального траєкторного управління для своєчасного зменшення ризиків, які виникають у локальній зоні судноводіння.

Ключові слова: навігація, управління, рух, судноводіння, методика, гарантування, якість, траєкторія, безпека, стійкість.

Вступ. Аналіз стану проблеми. Сучасні бортові багатофункціональні комплекси (ББК) систем навігації та управління рухом (СНУР) високошвидкісних транспортних засобів (ВТЗ) побудовані на принципах інтеграції наступних автоматизованих програмно-апаратних комплексів: диференціальної глобальної супутникової системи (Differential GPS/GLONASS/GALILEO/інші); безплатформених інерційних систем навігації та мікромеханічних інерціальних датчиків (БІНС-INS); радіолокаційних засобів прокладки траєкторії руху (ARPA); електронних картографічних навігаційно-інформаційних систем (ECDIS). Диференціальні, локальні та інтегровані компоненти з активною участю інтелектуальних агентів системи (IAS-Human) забезпечують: багатофункціональність за вимогами замовників; оптимальний розподіл функцій на межі людино-машинної взаємодії (НМІ); швидкодію під час поліергатичного розв'язку практичних задач гарантування майбутніх подій в складних динамічних системах (СДС) транспортної галузі. На жаль, традиційні вищеозначені численні засоби суттєво не зменшили аварійність інтелектуальних транспортних систем (ITS) [1-4].

Постановка задачі. Мета даної роботи – розробка методики гарантування функціональної стійкості [3] (безаварійності, безпеки, якості транспортної роботи) реалізації безпечного руху ВТЗ ITS у зонах підвищеного ризику подій (ЗПРП) єдиного просторово-часового континууму (ПЧК). Ризики об'єктивно існують як природні, які залежать від факторів впливу оточуючого необмеженого середовища, так і соціотехнологічні, у вигляді «людського фактору» та відмов технічних засобів (з подальшим ремонтом та відновленням ресурсів).

Основні результати дослідження.

1. Поліергатичні процеси прийняття оперативних рішень для СНУР ВТЗ.

Реальна СДС, яка цілеспрямована на забезпечення необхідного рівня безпеки руху ВТЗ, відображується у вигляді комплексних моделей з гетерогенними компонентами, а також описами функціонування відповідно до умов, що зафіксовані для конкретного ПЧК. Часто в області оригіналу задана різноманітна динаміка багатьох компонентів СДС, яка не співпадає з відповідним набором математичних моделей в області зображень, де виконуються розв'язки потрібних задач навігації та управління рухом ВТЗ. Практичні задачі розв'язуються в ситуаціях існуючої природної невизначеності за умов оперативної процедури прийняття рішень (ППР).

Сутність ППР для ITS полягає у тому, що задана розрахункова модель необхідних параметрів, яка адекватна СДС. Вона має склад: підсистему ієрархічного управління з IAS, які природні для осіб, що приймають рішення (ОПР) на відповідних посадах, або штучні для програмно-апаратних комплексів (ПАК), що реалізують часткове попереднє прийняття рішення (ЧППР) у межах систем підтримки прийняття рішення (СППР) на кожному рівні ієрархічної організації; об'єкт управління – конкретний ВТЗ, що рухається запланованим маршрутом та графіком реалізації транспортної роботи; оточуюче середовище, яке завдяки різноманітним реальним факторам, впливає на означені вище складові компоненти СДС, взаємодія між якими є метою оптимального рішення [2].

Підсистема ієрархічного управління для ITS у загальному вигляді реалізується як поліергатична виробнича організація (ПЕВО). Кожний ієрархічний рівень ПЕВО розв'язує специфічні професійні задачі, приймає рішення та з урахуванням наявних ресурсів реалізує раціональні акти дій. Мета ПЕВО досягти цілі управління: безаварійність, прибутковість, екологічну безпеку, своєчасність, синергетичність. Багатокритеріальність вимог до новітніх сучасних СНУР ВТЗ у ПЧК удосконалює багатоканальне швидке реагування на широкий спектр поточних різноманітних факторів впливу. Потрібна адекватність та оптимальність досягнена, якщо всі параметри фіксуються у процесах моніторингу й спостереження за зовнішніми та внутрішніми станами середовищ з відповідними явищами під час руху ВТЗ у ПЧК.

Стани кожної окремої компоненти (СНУР, ПЕВО, ВТЗ та в цілому СДС) залежать від впливу активних факторів оточуючого середовища. Вони формують покровоку інші стани (збурень, завад, загроз, перешкод, шумів, відмов, дефектів та інших форм) небезпечної області навігації (НОН). У конкретних типових ситуаціях ІАС реалізують відповідні акти управління згідно узгодженого розподілу функцій для впливів ПЕВО.

Традиційні числові розрахунки засобами ПАК СНУР ВТЗ потребують значних витрат часу. Навіть при проведенні обчислень на багатоядерних комп'ютерних системах з паралельними структурами, складно задовольнити вимоги практики. Однак, лише своєчасна (швидка, точна, оптимальна) реакція СНУР гарантує безпеку ВТЗ у екстремальних ситуаціях з надзвичайними перехідними процесами. Забезпечити ці вимоги та мінімальні затримки з обґрунтування ефективності рішення на множині альтернатив стосовно оперативного синтезу закону гарантовано-адаптивного управління (ГАУ) виконавчими органами спроможні символічно-лінгвістичні формальні описи інформаційно-образної динамічної моделі (ЮДМ). Структурно-функціональна формалізація ЮДМ характеризує клас подібності концептуально семантичних цільових моделей (КСЦМ). Вони потрібні для універсального представлення різних, але подібних реальних об'єктів у поточних змінних ситуаціях взаємодії з явищами оточуючого навколишнього середовища.

В умовах певної невизначеності математична модель ЧППР відображає формалізацію вибору стратегії за теорією ігор [1, 2]:

$$\Gamma = \langle N, S, \{X_k\}, \{S(x_k)\}, \{F_k\} \rangle, \quad (1)$$

де N – множина гравців у конкретній задачі;

S – множина станів конкретних видів взаємодії між гравцями;

X_k – множина стратегій або правил перетворень для можливих альтернативних дій заданої компоненти СДС;

$S(x_k) \subset S$ – множина можливих станів, якщо ІАС, як компонента СДС, застосовує стратегію $x_k \in X_k$ згідно зазначених правил;

F_k – функціональне відношення для визначення переваги між альтернативними актами дії у наявних умовах, фіксованих та заданих.

Універсальність моделей теорії ігор забезпечує їх застосування в різноманітних умовах невизначеності після опису конкретно сутності функціонального перетворення

$$F_{ks} : X \times Y \rightarrow R, \quad (2)$$

де $F_{ks}(X, Y)$ – значення функції, яка визначає користь певного стану СДС, коли за рахунок вибору акта дії $x \in X$ з боку підсистем управління (ГАУ, СНУР, ПАК), оточуюче середовище приймає стан $y \in Y$, що відображається розв'язком-рішенням $r \in R$. У наслідок даної властивості невизначеність не має характеру абсолюту тому, що ІАС (ОПР) знає: тип, вид, клас множини Y . Досвід щодо станів середовища (якщо функція $F_{ks}(X, Y)$ отримана експертно, експериментально або внаслідок досвіду експлуатації у подібних умовах) фіксуємо за стандартним шаблоном [2].

Стандартна термінологія теорії ігор дозволяє в умовах не визначення кожну конкретну ЧППР формалізувати. Тоді єдиний символічний шаблон дозволяє пошук кожної компоненти: оптимальної стратегії x_0 гравця; бази як множини альтернативних стратегій X ; відповідні стани середовища Y ; отриманні $F_{ks}(x, y)$ значення функції виграшу (плати гри). Принципово, що конкретний гравець не має повного знання про поточний стан оточуючого середовища, яке змінюється у межах СДС. Саме тому необхідна ієрархічна організація ПЕВО ІТС. Завдяки ефективному розподілу функцій, ресурсів та засобів досягаємо одночасну взаємодію у межах СДС за стандартами ISO. Відкриті для впливів оточуючого середовища компоненти СДС мають, наприклад, мережу раціональних рівнів ієрархічної організації та реалізації процесів для розв'язання конкретних задач [1, 2].

Перший вищій рівень ієрархії знімає невизначеність для розв'язання задач арбітражних рішень. Мета їх стосовно отримання стратегічних результатів: переваг та домінування аксіоматичних правил; визначення кращих програм, планів; концепцій без внутрішніх конфліктів та протиріч. На цьому рівні полієргатичні процеси націлені на задоволення ключових критеріїв ефективного управління-функціональної стійкості СДС під час руху ВТЗ у надзвичайних позаштатних ситуаціях.

Другий рівень ієрархії знімає невизначеність завдяки кооперативних, групових рішень або балансування розподілу ресурсів відповідно зазначених правил існування зон компромісів. Логістичні задачі враховують: особливості ПЧК; розміщення базових центрів постачання, ремонту та відновлення ресурсів; маршрути швидкої допомоги необхідними ресурсами, що вже витрачені.

Третій рівень ПЕВО застосовує ігрові методи для ЧППР стосовно координації, синхронізації та отримання результатів. Задачі точного, своєчасного, синергетичного управління дуже чутливі до втрат часових ресурсів (обмежень інтервалу завершення цільових операцій) та похибок просторового місцеположення рухомих об'єктів.

Четвертий рівень знімає невизначеність варіативних подій та зовнішніх впливів, які в означених системно повних умовах СДС визначають квазіоптимальний маршрут та обсяги перевезень з гарантуванням рівня корисності та прибутковості. На цьому рівні практично неможливі абстрактно оптимальні (за всіма означеними критеріями) результати. Наявність відмов, пошкоджень, втрат та підвищення рівнів збурень дозволяє переключитись на переваги квазіоптимальних (але без катастроф, аварій, загибелі) локальних перехідних процесів.

П'ятий рівень знімає невизначеність відмов, дефектів, ремонтів та інших подій, що суттєво впливають на пропускну здатність окремих ділянок маршруту. Тому за рахунок інтегративної реконфігурації у межах композиції дозволено уникнути значних втрат ресурсів. Надлишкова мережна організація за допомогою розподілених інформаційних систем дозволяє гарантувати необхідні показники живучості та надійності конкретної ПЕВО.

Шостий рівень при умовах масового обслуговування по кожній зоні з підвищеними ризиками подій та збурень забезпечує комплексну якість та нормування мінімізації ризику при застосуванні технічного рішення по типовим каналним з'єднанням транспортних вузлів.

Сьомий фізичний рівень надає знання динаміки учасників руху у межах СДС при природних антагоністичних взаємодіях за схемою <акт дії – відповідна реакція> кожної компоненти, які чутливі до змін у ПЧК.

Даний підхід за допомогою методів теорії ігор дозволяє запобігати такі аварії та катастрофи, поки ще типові для ITS всіх, навіть, провідних держав світу.

2. Полієргатичне гарантування функціональної стійкості та якості СНУР ВТЗ.

На кожному ієрархічному рівні ПЕВО відбувається специфічне прийняття рішення стосовно вибору найкращого (функціонально стійкого, безаварійного, безкатастрофічного) варіанту реалізації рейсу ВТЗ в екстремальних або в обмежених (стислих) умовах протидії факторам, що підвищують ризики та наближення зони небезпечної області навігації.

Задача оптимального (гарантованого за правилами) розподілу ресурсів між ієрархічними l складовими, тобто об'єктами $\forall k = \overline{1, l}$, які складають конкретний ієрархічний рівень горизонтальних-однорангових відношень, має уніфіковану цільову функцію (критерій)

$$I_j(x, y, z) = \sum_{k=1}^l I_{kj}(x, y, z), \quad (3)$$

де k - ідентифікатор, номер, код об'єкта-гравця (1), що має наявний за конкретною якістю та відповідною кількістю ресурс (РЕІМ – речовина, енергія, інформація, механізм).

Повна l сукупність, де компонент k визначає цілісну $СДС_j$ відповідного $\forall j = \overline{1, n}$ рангу ієрархічної організації.

В даній роботі для прикладу $n=7$ стосовно вищезначеним особливостям ієрархічної, багаторівневої організації ПЕВО \subset ITS. Розподіл цільових функцій та якостей єдиної СДС для $n=7$ рангів ПЕВО надано в таблиці. Означена цілісна організація має РЕІМ ресурси, які розподілені за рангами-пріоритетами та просторово-часовими особливостями життєвих циклів між всіма ієрархічними j рівнями. Завдяки цьому кожний kj об'єкт СДС j має власні РЕІМ ресурси, які витрачаються (наприклад: {ББК, СНУР, ВТЗ, БІНС-INS, ARPA, ECDIS, ПАК, НМІ, IAS} \subset ITS).

Фізична гетерогенність та якісна різноманітність видів ресурсу потребує чіткого оцінювання, порівняння та згортки часткових критеріїв ефективності, що в узагальненні має вигляд:

$$I_{kj} = \sum_{k=1}^l G_{kj} p_{kj} q_{kj}(x, y, z) \Psi_{kj}(x, y, z), \quad (4)$$

де G_{kj} - ваговий коефіцієнт k -го об'єкту на j -му рівні ієрархії, який задовольняє системний баланс $\sum_{k=1}^l G_{kj} = G_j$ для даного виду РЕІМ ресурсу;

p_{kj} - ймовірність витрат ресурсу (СНУР ВТЗ, ПЕВО, ITS) внаслідок загрозливих факторів впливу навколишнього середовища (погодно-кліматичні атмосферні явища: вітри, опади, перепади температури, електромагнітні випромінювання; гідродинамічні події: течії поверхові та глибинні, приливно-відливні; рельєф та опір донних порід, звуження, скали, споруди, біомаса та хімічні сполуки; соціотехнологічні обмеження та заборони чи обмеження для навігації та судноводіння);

$q_{kj}(x, y, z)$ - ймовірність виділення даного виду ресурсів відповідно до конкретного збігу (у точку взаємовпливу) x, y, z компонентів поточної ситуації;

$\Psi_{kj}(x, y, z)$ - функціональна залежність для чисельного визначення k -му об'єкту на j -му рівні ієрархії необхідного та достатнього (за якістю та кількістю) конкретного виду ресурсів згідно існуючого у ПЧК взаємовпливу x, y, z компонентів поточної ситуації.

Полієргатичне гарантування якості СНУР ВТЗ треба оцінювати та оптимізувати для всього рейсу: за обраним маршрутом; зонами підвищеного ризику подій (ЗПРП); графіком реалізації рейсу; часовими змінами компонентів $x(t), y(t), z(t)$ у ПЧК місцезнаходження ВТЗ на акваторії судноводіння. Всі ці особливості слід враховувати окремо. Тому методика полієргатичного гарантування якості СНУР ВТЗ, що пропонується, буде базовою для кожного кроку ПАК, що оптимізує витрати РЕІМ ресурсів на ділянці акваторії (або ЗПРП) згідно часового інтервалу руху у заданому ПЧК.

Приклад адекватного реагування IAS, ПЕВО, ITS на екстремальні впливи середовища з підвищеними ризиками та загрозами безпеки руху ВТЗ

№	Задачі ПЕВО відповідно до рівня та рангу ієрархії	наявні ресурси		фактори впливу екстремальних ситуацій		локальні протидії
		реалізації програм	мобілізаційних запасів	внутрішні	зовнішні	оптимальні співвідношення
1	стратегічні цілі ПЕВО ITS правила без конфліктів	фінанси кадри структури	додаткові резерви швидка реорганізація	бюджетні обмеження хвороби консерватизм	економічна криза соціальна	пріоритетна мобілізація концентрація
2	координація кооперативних зусиль логістика відновлення ресурсів	програми правила баланси	порядок дій в екстремальних ситуаціях	відмови запізнення старіння	конфлікти порушення постачання	прискорення усунення причин
3	синхронізація робочих програм визначення обмежень та термінів ресурсу	інтервали часу графіки робіт нормативи	адаптивне оперативне коригування	збої асинхронні процеси	прискорення збільшення збурень	увага своєчасному реагуванню
4	оптимізація диспетчеризація транспортної роботи	запаси ресурсів диспетчерське управління центри відновлення	врахування системних поточних факторів та обмежень	порушення графіків роботи	наближення та рух у ЗПРП	запобігання катастроф та форс-мажору
5	коригування маршрутів графіків гарантування живучості	включення засобів захисту від аварій	уточнення зон БОН та НОН коригування маршрутів	ремонти модернізація "пробки"	руйнування перешкоди заборона	кооперативна допомога ресурсами
6	мінімізація ризиків визначення законів управління	зміна швидкості руху запобігання зіткнень	захисні програми локальне маневрування	колізії дефекти шуми	підвищення рівнів завод	зміна каналу підвищення заводостійкості
7	взаємодія і вплив на ВТЗ - відповідна реакція своєчасна реалізація	СНУР ГАУ ВТЗ	засоби функціональної стійкості	відмови модулів керування	замикання обрив пошкодження	включення резервних каналів та обладнання

$$I_j(x, y, z) \rightarrow \min_{\omega_j \in \Omega} \Delta B_j(t, \omega_j) \quad (5)$$

та одночасно максимізацію функціональної стійкості за критеріями безпеки руху (безаварійність без втрат життя пасажирів, без пошкоджень вантажу та ВТЗ, без забруднення біосфери довкілля акваторії) як для кожної ω_j локальної зони, так і для всього $\Omega = ПЧК_j$ даного рейсу [3,4].

Відповідно функціонального перетворення (2) розрахунок $\Psi_{kj}(x, y, z)$, який характеризує відношення отриманого ПЕВО ефекту до всіх витрачених ресурсів РЕІМ у поточній ω_j ситуації ЗППІ, слід виконувати згідно η коефіцієнтів корисної дії (ККД)

$$\eta_j = \frac{\sum_{\omega_j} E}{\sum_j \sum_k \Delta B(t, \omega_j)}, \quad (6)$$

де всі параметри для суми нормовані для проведення розрахунків $\Psi_{kj}(x, y, z)$ у відносних одиницях. Слід підкреслити, що ККД ергатичних систем відрізняється синергетичними ефектами (комфорт, тариф, кількість пасажирів і вантажу) від ККД технічних енергетичних машин і механізмів.

Нехай конкретні антидії $x \in X$ з боку засобів управління (СНУР, ECDIS, ГАУ) безпосередньо впливають на отримання результуючого корисного Е ефекту від якісної транспортної роботи ВТЗ. В той же час фактори впливу $y \in Y$ оточуючого зовнішнього середовища (довкілля для ВТЗ) в більшій мірі змінюють витрати на безпечний рейс. Множина фізично різних факторів впливу довкілля у їх сукупності змінює значення p_{kj} та q_{kj} стосовно виділення конкретних видів РЕІМ ресурсів ГАУ ВТЗ.

Інтегральний розв'язок – рішення $r \in R$ при знанні ймовірностей p_{kj} та q_{kj} можливо у сукупності їх спільного впливу позначити змінною $z \in Z$. З урахуванням комплексних взаємозалежностей оцінку ККД (6) можливо привести до аналітичного виду

$$\Psi_{kj}(x, y, z) = \frac{a}{1 + b \left(\frac{yz}{x} \right)^n}, \quad (7)$$

де a та b - сталі коефіцієнти типового збігу обставин на маршруті у зоні ПЧК для конкретного інтервалу часу $t_{\min} \leq t \leq t_{\max}$ виконання ВТЗ завдань даного рейсу;

n - значення степеневі залежності функції від компонентів x, y, z поточної ситуації при оцінюванні згортки критеріїв ефективності (4), як характеристики ККД при фіксованих факторах зовнішнього $y(t)$ та внутрішнього $z(t)$ впливу середовища ПЧК з ВТЗ, що забезпечує однозначність прийняття рішення.

Проведемо аналітичний аналіз виразу (7) на області можливих значень. Якщо $\eta = \frac{x}{yz} \gg 1$, що означає особливо сприятливі умови впливу оточуючого середовища (за течією, за напрямом вітру, в умовах мінімального опору та протидій руху ВТЗ за курсом), тоді при різних реальних n та в функціях $\Psi_{kj}(x, y, z \rightarrow a$, де асимптотичне значення оцінено параметром $a < 1$ у відносних одиницях відповідно до залежності від максимальних значень ваги G або повних витрат ресурсів.

При змінах показника степеневі залежності n можливі такі ситуації: при $n > 1$ опуклість кривої спрямована у низ; при $n \leq 1$, маємо опуклість кривої спрямованою у гору.

Якщо відбувається у ПЕВО умова $\eta = \frac{x}{y \cdot z} = 1$, тоді згідно (7) можливо оцінити значення

другого параметра

$$b = a - \Psi_1 > 0, \quad \forall \eta = \frac{x}{y \cdot z} = 1, \quad (8)$$

де a – вищенаведене значення асимптотичного наближення до реального верхнього (supremum) значення $\Psi_{kj}(x, y, z)$;

Ψ_1 - значення $\Psi_{kj}(x, y, z)$ у особливих умовах балансу факторів впливу зовнішнього та внутрішнього середовища, що забезпечує обраний показник якості роботи ГАУ СНУР ВТЗ.

Коли задані параметри a та b функціональної залежності (7), тоді доцільна параметризація ІОДМ та КСЦМ у вигляді

$$\Psi(\eta) = \frac{a}{1 + b \cdot \eta^{-n}} = \frac{a\eta^n}{b + \eta^n}, \quad (9)$$

де $\Psi(\eta) = \Psi\left(\frac{x}{y \cdot z}\right)$ - стандартизована, типова функція, яку зберігаємо у пам'яті

ПАК СНУР ВТЗ. Таке представлення доцільне щоб будь-які розрахункові (експлуатаційні) фактори впливу зовнішнього середовища $y \in Y$ та небажані втрати внутрішніх РЕІМ ресурсів $z \in Z$ (відмови техніки, збої, відключення, дефекти тощо) компенсувались гарантованими актами $x \in X$ протидії з боку ГАУ ВТЗ та всіх наявних ресурсів ББК ВТЗ та ресурсів ієрархічної ПЕВО $\subset ITS$. Тобто параметр ККД $\eta(t)$ на інтервалі часу збігу обставин повинен гарантувати безаварійність, безпеку життя, відсутність екологічного забруднення, відсутність катастрофічної збитковості при м максимальній рентабельності рейсу ВТЗ. Чітка причинно-наслідкова протидія одночасно й своєчасно у акваторії подій (збурень, загроз, перешкод, нападу) ПЧК забезпечує гарантування якості функціонування (функціональної стійкості) ГАУ СНУР ВТЗ та з іншого боку рентабельності рейсу в екстремальних, позаштатних умовах впливу навколишнього середовища.

За виразами (3), (4), (8) (9) можливо формалізувати дві оптимізаційні задачі.

Перша задача при заданій кількості ресурсів СДС з l об'єктів знаходимо оптимальний розподіл $\{X_k, \forall_k = \overline{1, l}\}$, який гарантує максимальну оцінку критерію (3).

Друга задача – зворотна до першої, задано значення цільового критерію (3), для якого необхідно знайти кількість ресурсів $x_i, \forall_i = \overline{1, l}$ кожного учасника (розподіл) та відповідно їх спільну суму x за допомогою коефіцієнта α_i еквівалентування різних видів РЕІМ ресурсів,

наприклад $x = \sum_{i=1}^l \alpha_i x_i$, що гарантує отримання цільового критерію (3) на заданому рівні.

Обидві задачі розв'язуються за допомогою бібліотечної для ПАК СНУР ВТЗ функції $\Psi(\eta)$ та відомих конструктивних функцій, наприклад, *f min con* пакету Optimization Toolbox комплексів Matlab, Maple, Scilab від INRIA (www.scilab.org).

Для отримання чисельних розрахунків необхідно задати відповідні діапазони значень по кожній змінній та види конкретних функціональних залежностей.

Висновки.

1. Полієргатичне гарантування ІАС безпеки руху та якості СНУР ВТЗ у ЗППІ забезпечує ієрархічна інтегрована ПЕВО інтелектуальних транспортних систем.

2. Розподіл функцій та стратегічних видів ресурсів ПЕВО ITS методами теорії ігор гарантує структурну якість управління ВТЗ в позаштатних, надзвичайних та експериментальних ситуаціях впливу внутрішніх факторів та зовнішніх факторів навколишнього середовища.

3. Поточний ситуативний розподіл видів різноманітних ресурсів ГАУ ВТЗ та ПЕВО для функціональної стійкості за критеріями безпеки життя, безаварійності та беззбитковості потребує специфічної концентрації засобів, що формують синергетичний ефект протидії збуренням та загрозовим впливам оточуючого ВТЗ середовища, але пов'язані з відповідним та своєчасним витрачанням наявних, раніше накопичених та відновлюваних ресурсів ІТS, яка у наслідок обумовлює безаварійність ВТЗ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баранов Г.Л. Гармонізація поліергатичних систем навігації та управління рухом високошвидкісних транспортних засобів методами теорії ігор / Баранов Г.Л., Тихонов І.В., Міронова В.Л. // Системи управління, навігації та зв'язку: том 1. – К.: ДП «ЦНДІНіУ», 2013. – Випуск 3 (23). – С.2-6.
2. Баранов Г.Л. Комплексне моделювання та прийняття оперативних рішень у процесах навігації та управління рухом високошвидкісних транспортних засобів / Г.Л. Баранов, І.В. Тихонов, В.Л. Міронова // Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: Матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції. – Полтава: ПНТУ; Білгород: НДУ «БілДУ»; Харків: ДП «ХНДІ ТМ»; Київ: НТУ; Кіровоград: КЛА НАУ, 2013. – С. 76-77.
3. Баранов Г.Л. Функціональна стійкість навігаційного обслуговування безпеки судноплавства на внутрішніх водних шляхах / Г.Л. Баранов, А.М. Носовський, І.В. Тихонов // Монографія, К.: КДАВТ, 2012, 149с.
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 КДАВТ імені гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного. – К.:КДАВТ. 2013. - №1(16). – С. 7-13.

Баранов Г.Л., Тихонов І.В., Прохоренко А.Н.

ПОЛИЭРГАТИЧЕСКОЕ ГАРАНТИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА СИСТЕМ НАВИГАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.

Разработаны методологические основы полиэргатического гарантирования безопасности движения, а также эффективности функционирования систем навигации и управления движением высокоскоростных транспортных средств для обеспечения безопасности плавания.

Методология позволяет определить структурно-функциональное распределение существующих ресурсов навигационных систем и комплексов оптимального траекторного управления для своевременного уменьшения рисков, возникающих в локальной зоне судовождения.

Ключевые слова: навигация, управление, движение, методика, гарантирование, траектория, безопасность, устойчивость.

Baranov G., Tihonov I., Prohorenko O.

THE HIGH SPEED TRANSPORT VESSELS POLYERGATIC GARANTEED HIGH QUALITY NAVIGATION AND CONTROL SYSTEMS

Methodological bases of the polierygatic warranty of safety of navigation are developed, and also to efficiency of functioning of the systems of navigation and traffic of high-speed vehicles for safety providing control. Methodology allows defining structural-functional allocation of resources used of navigational systems and complexes for optimizing trajectory management for the timely diminishing of risks, arising up in the local area of navigator.

Key words: navigation, control, traffic, multi-functional methodology, precision guaranty, trajectory, safety, index ranges.