УДК 623.746. – 519

М.В. Коробчинський

Воєнно-дипломатична академія, Київ

МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РУХОМИМИ ОБ'ЄКТАМИ

У статті розроблено і досліджено метод забезпечення функціональної стійкості системи управління рухомими об'єктами в цілому. У цьому випадку, розглянуто апаратні та програмні засоби і проаналізовані їх зміни. Показано, що управління функціональною стійкістю зводиться до розв'язування задач оперативного прогнозування можливості виникнення несправностей, виявлення аномалій та інших задач. Управління функціональною стійкістю реалізується на рівні взаємодії різних моделей, які описують процес розв'язку задачі.

Ключові слова: *аномалія, інформаційна модель, структурна модель, логічна модель, еволюційна модель, функціональна стійкість, розподілена система управління, рухомі об'єкти, процес розв'язку задачі*.

Вступ

Оскільки, функціональна стійкість складної динамічної системи є інтегральним параметром, який включає в себе ряд критеріїв [6, 7], то виникає необхідність розробити і дослідити метод забезпечення функціональної стійкості системи управління рухомими об'єктами в цілому. У цьому випадку необхідно врахувати апаратні та програмні засоби, які призводять до зміни параметра функціональної стійкості на різних рівнях абстракції (структурному, логічному, інформаційному, еволюційному) системи в цілому [8-10].

Основна частина

Для забезпечення стійкості всієї системи управління необхідно розглянути наступні задачі:

- дослідити різні варіанти трансмісії аномалій, що виникають у системі, з одного рівня ієрархії на інший;
- дослідити методи формування інтерпретаційних описів аномалій в рамках моделей, що використовуються в системі управління (ISU);
- дослідити методи забезпечення параметра безпеки (B), параметра адаптивності (A) та параметра міри виконувальності (V) процесу розв'язку задачі;
- визначити взаємозалежності між окремими параметрами, що характеризують функціональну стійкість, що можуть виникати при реалізації процесу управління розв'язком задачі;
- визначити засоби протидії факторам, що приводять до зниження рівня функціональної стійкості (FS).

Крім трансмісії семантичних аномалій в логічну модель (ML) можуть мати місце трансмісії аномалій з інших моделей в моделі вищого і нижчого рівня абстракції. Необхідність визначення таких трансмісій обумовлюється тим, що аномалії можуть не проявлятися в тих, чи інших моделях де вони виникають, а їх перехід з однієї моделі до іншої може приводити до активізації факторів, що їх проявляють. Перш за все, визначимо причини виникнення аномалій на рівні моделей різного типу. Такі причини можна розділи на класи, які:

- обумовлені дією зовнішніх факторів на окремі компоненти системи, чи на систему в цілому;
- обумовлені фізичними процесами змін в об'єктах системи, що є наслідком зменшення ресурсу системи в цілому;
- представляють собою еволюційні процеси змін у зовнішньому середовищі, які не відображені в рамках системи управління та моделях, що її складають;
- носять короткотривалий характер, які обумовлені непрогнозованими факторами;
- обумовлені людським фактором.

Причини, що обумовлені зовнішніми факторами переважно представляють собою певну фізичну дію на окремі компоненти системи, чи на всю систему. Оскільки зовнішні фактори мають фізичну природу, то аномалії, що виникають в результаті такої дії, можуть виникати в рамках різних моделей. Наприклад, якщо фізична дія на окрему компоненту представляє собою збільшення сили опору середовища, яка, у випадку компонент типу БПЛА, представляє собою значне посилення вітру, то це може привести до наступних видів аномалій у системі ISU:

- зменшення швидкості БПЛА відносно землі, або курсової швидкості;
- зміни умов виконання окремих кроків, або етапів в рамках стратегії розв'язку задачі;
- виникнення несправностей в засобах, що реалізуються апаратними способами;
- виникнення несправностей, що реалізуються програмним способом.

Приведений приклад дії зовнішнього фактора можна прокоментувати наступним чином. Перш за все, такий зовнішній фактор, що негативно діє на RO_i, ідентифікується лише в тому випадку, якщо сила або швидкість вітру перейшла границю, що встановлена для цього параметру в системі ISU, при настройці системи на розв'язування окремої задачі. Усі зовнішні фактори, які будемо позначати ξ_i, мають інтегральний характер. Це означає, що фактор ξ_i діючи фізично на RO_i може обумовити виникнення несправностей різного типу. У цьому випадку, під несправністю будемо розуміти такі зміни в функціонуючих компонентах, які приводять до їх неправильного способу функціонування, незалежно від того, чи відповідні зміни відбулися в апаратурних компонентах системи, чи в програмних. Досить поширеним є переконання, що зміни в програмах, які можна інтерпретувати як несправності, є не можливим. Останнім часом, завдяки використанню складних програмних комплексів є зрозумілим, що зміни з інтерпретацією несправностей можливі в програмних системах, за рахунок того, що функціонування системи представляє собою використання широкого набору функціональних модулів, різного типу програмних бібліотек тощо. Інша причина виникнення несправностей в програмах може полягати у тому, що в складних системах можуть існувати залишкові помилки, які не були виявлені при тестуваннях програмних засобів та в процесі дослідної експлуатації системи. Такі несправності можуть появлятися в критичних ситуаціях, які створюються зовнішніми факторами, що діють на RRO.

У процесі функціонування апаратурних засобів відбуваються зміни, які в сумі приводять до зменшення значень параметрів окремих вузлів, чи окремих компонент. Особливо це актуально по відношенню до джерел живлення, які використовуються на рухомих об'єктах. Така негативна зміна значень параметрів RO_i називається ресурсом, який вказує на інтегральне зменшення функціональних можливостей відповідних об'єктів. На певному етапі це приводить до виникнення несправностей, що появляються в процесі функціонування ISU. Очевидно, що такі несправності можуть появлятися на етапі, коли величина ресурсу вважається достатньою, щоб можна було використовувати відповідні об'єкти. Несправності, що виникають в RO_i, включаючи несправності, що виникають в програмних засобах, можна розділити на розділити на окремі класи по ознаках їх прояву. Такий поділ може представляти з себе наступне:

- несправності, що проявляються і залишаються не змінними протягом усього часу;
- несправності, які виникають на певний період часу і зникають, що може повторюватися із змінюючимся періодом, який може з часом зменшуватися;
- несправності, що виникають разово і їх повторення може наступити через великий період часу;
- несправності, що приводять до порушення процесу розв'язку задачі;
- несправності, які приводять до руйнування частин об'єкта, або всього об'єкта.

Проводити аналіз кожного можливого виду несправності з точки зору її дії, або з точки зору її дії на процеси, що реалізуються в різних моделях не доцільно, оскільки реалізація моделей в рамках системи RRO є розподіленою а окремі несправності тісно зв'язані з предметною областю інтерпретації W_i відповідних компонент системи. Тому, розглядати як окремі несправності проявляються в рамках тієї, чи іншої моделі недоцільно. Загальна модель управління системою розподілених рухомих об'єктів орієнтована на розв'язок наступних задач:

- реалізацію процесів управління системою;
- розв'язок задач забезпечення визначеного рівня функціональної стійкості;
- управління мірою функціональної стійкості у процесі розв'язування задач на рівні управління значеннями параметрів, що характеризують FS.

Реалізація процесів розв'язку задач, при незмінних параметрах, характеризуючи FS розглядати не будемо, оскільки така реалізація ґрунтується на використанні моделей різних рівнів, що складають систему ISU в цілому. Тому, більш детально зупинимося на задачах забезпечення необхідного рівня FS, який в процесі розв'язку задачі управління RRO може мінятися.

Розв'язок задачі управління величиною FS полягає у дослідженні:

- задачі оперативного прогнозування можливості виникнення аномалій, які являються результатом появи несправностей різних типів;
- виявлення аномалій і дослідження їх можливого впливу на базові показники, або параметри FS;

- протидія виявленим аномаліям з ціллю елімінації їх можливого впливу на параметри FS;
- аналіз можливості зміни текучого значення FS з ціллю мінімізації засобів протидії аномаліям μ_i;
- розв'язок задач формування текучих умов функціонування процесу реалізації стратегії з метою створення можливості модифікації цілі, на яку орієнтована стратегія S_i.

Як уже зазначалось, задача оперативного прогнозування може ґрунтуватися на використанні таких засобів, як процеси Маркова [1]. Як відомо, розв'язування таких задач ґрунтується на даних про ймовірності переходів об'єкта з одного стану до іншого $P_{ij}(x_i)$ або $M_i = P_{ij}(M_j)$. Для того, щоб можна було скористатися з цього підходу, необхідно знати функції розподілу ймовірностей виникнення тої, чи іншої події, яка, в цьому випадку, обумовлює перехід системи з одного стану до іншого. На практиці, для систем різного типу, виходячи з інтерпретації процесів, що відбуваються у системах, приймаються різні функції розподілу для випадкових подій, що являються переходами системи зі стану M_i до стану M_j. У випадку систем, для яких характерним є виникнення протидіючих факторів, характеристики яких є невідомими по визначенню, доцільно використовувати методи моделювання, що ґрунтуються на статистичних випробуваннях [2]. Використання цього підходу полягає у наступному. На основі використання генератора випадкових подій, які можуть моделюватися випадковими числами, моделюємо факт виникнення фактора, який реалізує протидію. Спосіб реалізації такої протидії по відношенню до об'єкта є відомим. Завдяки цьому ми можемо в рамках об'єкта формувати засоби захисту проти можливого способу протидії виконанню поставленої перед системою задачі. Період функціонування об'єкта RO_i є відомим і в RO_i існують засоби протидії відомим способам негативної дії на RO_i відповідних факторів. Якщо випадкова величина R_i, що згенерована псевдовипадковим генератором попадає в інтервал часу функціонування RO_i, то ми отримаємо точку функції розподілу ймовірності виникнення негативних факторів, яку позначимо $F_1(t) = \int_0^t f_i(t)dt$. Повторюючи приведену послідовність статистичного моделювання до того часу, поки ми не отримаємо величину вибірки $\{R_1, K, R_n\}$, яка буде забезпечувати задану точність побудови функції розподілу виникнення факторів, що реалізують протидію процесу функціонування RO_i. На основі використання таких функцій розподілу виникає можливість розв'язувати задачу оперативного прогнозування моменту часу, коли необхідно активізувати засоби моніторингу виникнення негативної дії на RO_i зовнішнього фактора.

Якщо в результаті моніторингу розпізнано негативний вплив зовнішнього фактора на компоненту RO_i, то в рамках стратегії S_i, що реалізується в даний момент, проводиться аналіз можливості протидії аномалії, що може виникнути і в залежності від результатів такого аналізу визначається можлива величина зміни FS системи, по параметру, що входить у визначення FS. Основною ціллю цього аналізу є забезпечення необхідного рівня показника FS, що може бути досягнено наступними способами, чи методами:

- реалізується елімінація аномалії, що повстає в результаті дії фактора φ_i на RO_i;
- у випадку, коли така протидія пов'язана із зменшенням величини одного з параметрів, що входять в склад FS, то приймається рішення про зміни в RO_i, якщо конструктивно, або програмно вони передбачені, з ціллю збільшення його значення, що повинно забезпечити незмінність FS;
- у випадку зміни FS в результаті дії φ_i на RO_i і відсутності можливостей виконання дій, що передбачені першим і другим пунктом, приймається рішення про модифікацію цілі C_i у відповідності із зміною значення FS.

Розглянемо формальний опис розв'язку приведених вище задач. Зв'язок між моделями, що складають систему управління, можна записати у вигляді:

$$\Im = \{MS, ML, ME, MI\}.$$

Рангову залежність між моделями можна представити у вигляді наступного співвідношення:

$$[(MI \subset ME) \,\&\, (MI \subset ML)] \,\&$$
$$\&\, (ME \subset ML) \,\&\, (ML \subset MS)$$

Відповідно до рангових залежностей між моделями, розглянемо їх взаємозв'язки. Кожна компонента MI складається з елементів, які є текстовими їх описами з відомими ідентифікаторами x_i відповідних елементів. Ці ідентифікатори визначаються з S_c. Модель MI складається з текстових описів фраз $j(\varphi_i) = j(x_{i1}) * \Lambda * j(x_{ik})$. Приймемо, що всі $j(x_{ij})$ з довільної фрази φ_i представлені в S_c. В протилежному випадку, невідомий фрагмент текстового опису виводиться методом підстановок з використанням правил граматики $\Gamma\{\gamma_1, K, \gamma_n\}$. Вивід $J(W_i) \to j(x_{ij}^*)$ ґрунтується на використанні правил підстановок в $[J(W_i) \& j(y_i)] \to j(x_{ij}^*)$ із врахуванням правил γ_i з граматики Γ. Отриманий опис $j(x_{ij}^*)$ стає новим елементом S_c, або має місце співвідношення: $[j(x_{ij}^*) \Rightarrow S_c] \& [x_{ij}^* = (x_{n+1} \in S_c)]$. Для формування виводу зв'язку MI з ML реалізується редукція:

$$\{J(y_i) = [j(x_{i1}) * K * j(x_{ik})]\} \to L_i(x_{i1,K}, x_{ik}).$$

Така редукція визначається наступними факторами: звуженням повноти представлення інтерпретації змінних x_{ij} в $L_i(x_{i1,K}, x_{ik})$ та звуженням інтерпретації функціональних зв'язків між компонентами від їх повного опису в $J(y_i)$ до опису в $L_i(x_{i1,K}, x_{ik})$. Перетворення звужень інтерпретації компонент з MI до компонент з ML реалізується на основі правил $\Xi[L]$, які відповідні звуження описують. Такі звуження можуть вміщати крім загально прийнятих описів інтерпретації логічних зв'язків $\{\&, V, \to, \Im\}$ та кванторів $\{\forall, \exists\}$, додаткові правила звуження інтерпретації, які відображають особливості предметної області інтерпретації, що можна представити у вигляді $\Xi[L] = \{S[z^V], S[z^D]\}$.

Оскільки в рамках $\Im$ визначено рангові залежності між MS, ML, ME, MI, то зв'язки між моделями повинні реалізовуватися в рамках відповідних рангових залежностей.

Розглянемо залежність між MI та ML і MI та ME. У випадку $MI \to ML$, кожному ідентифікатору x_i співставляється логічна змінна x_{ij}. В $j(\varphi_i)$ ідентифікатори визначаються або групою слів серед яких одне слово є базовим, а решта допоміжними, або обслуговуючими. Обслуговуючі слова визначаються на основі використання правил γ_i з граматики Γ. В φ_i логічні зв'язки між x_i і x_j також мають свою текстову інтерпретацію, яка переважно реалізується на основі використання обслуговуючих слів. Оскільки $j(\varphi_i)$ представляється в нормалізованій формі, то в $\Xi[L] = \{S[z^V], S[z^D]\}$, ці правила можна представити у вигляді співвідношення:

$$z_i^V [j(x_{ij}) * j(x_{ij})] \Rightarrow (x_{ij} * x_{ik}).$$

Таким чином, перехід від MI до ML є достатньо визначеним, оскільки описи $j(x_i)$ і $j(x_j)$ можуть розширятися додатковими текстовими елементами у випадку, якщо $[j(x_i) * j(x_j)]$ недостатньо повно обґрунтовують використання правил з $\Xi[L]$.

Розглянемо взаємозв'язок між MI і ME. На відміну від зв'язку $MI \to ML$, зв'язок $MI \to ME$ є більш складний, оскільки структура ME є більш неоднорідна. Як відомо ME складається з наступних компонент:

- генетичних перетворень (g^Γ);
- обслуговуючих перетворень (g^0);
- правил формування висновків. Або правил аналізу результатів окремих внутрішніх перетворень, що виконуються в рамках $ME(g^A)$.

Текстові елементи, що описують компоненти, які входять в ISU ідентифікуються однаково в усіх моделях за винятком тих компонент, які є характерними лише для окремої моделі. Наприклад, вершини e_i та ребра v_i є елементами, що характерні виключно для моделі MS. Модель MI не призначена для того, щоб повторяти всі описи в текстовій формі, які є в S_c різних типів. В MI описуються лише ті компоненти і, особливо, функціональні зв'язки між ними, чи додаткові їх характеристики, які виявилось не можливим описати з необхідною мірою деталізації в моделях ME і ML. Крім того, в MI знаходяться описи, що відображають зв'язки між користувачем та системою. Але функції MI не носять чисто допоміжних засобів, MI володіє своїми власними аналітичними можливостями, що реалізуються на основі використання правил текстових перетворень та правил, що ґрунтуються на аналізі семантичних параметрів.

Для того, щоб можна було конструктивно описати $MI \to ME$ необхідно сформувати функціональну структуру ME, яка відображає зв'язки між різними групами перетворень в ME. Така структура може бути представлена у вигляді наступного співвідношення:

$$\vartheta^A(P_i, hr_i) \to \vartheta^0(hr_i, \vartheta n_i) \to \vartheta^\Gamma(hr_i, \vartheta n_i).$$

Приведена схема відображає новий цикл функціонування ME. Взаємодія MI з ME представляє собою досить безпосередні перетворення. До яких відносяться:

- заміна $f_i^A \in \vartheta^A$, що полягає у переході $f_i^A \to f_j^A$;
- заміна $f_i^0 \in \vartheta^0$, що полягає у переході $f_i^0 \to f_j^0$;

- введення додаткових даних, що використовуються у межах моделі ME.

Таким чином, взаємозв'язок між MI і ML та ME можна представити у вигляді:

$$ML = R(MI); \; ME = Z(MI),$$

де R – функція, що реалізує редукцію $J(MI) \to ML$ на основі використання правил $\Xi[L]$, Z – система підстановок та замін, що ґрунтуються на системі правил предукції [3].

Зв'язок між MI і MS не реалізується на рівні взаємодії цих моделей, оскільки редукція J(MI) буде занадто великою, що може привести до виникнення внутрішніх аномалій. Тому, в рамках ISU зв'язок MS і MI реалізується опосереднено через ML і частково через ME.

Розглянемо спосіб прояву різних параметрів FS в рамках різних моделей та залежність параметрів N, B, O, D, A, V від типів аномалій, що виникають у відповідних моделях. А також розглянемо, як зміна таких аномалій впливає на зміну значень параметрів, що приведені вище. Оскільки, різні моделі в рамках ISU мають різні ранги, то і аномалії μ, що виникають в цих моделях, також мають різний вплив на зміну величини значення параметрів, і визначають величину FS.

Обґрунтованість співставлення рангів моделей з величиною впливу відповідних μ на параметри FS обумовлюється тим, що кожна модель у залежності від свого рангу розв'язує задачі різного рівня. Наприклад, модель MS реалізує стратегію S_i розв'язку задачі Z_i, яка використовує певні вхідні дані та аналізує ціль розв'язку задачі C_i на кожному етапі реалізації стратегії S_i. Практично, це означає, що реалізація стратегії S_i полягає у тому, що MS будує ланцюг ω_i на графі G таким чином, щоб на кожному кроці, або етапі реалізації S_i значення FS було оптимальним [4, 5]. Оптимальність у цьому випадку представляється наступним чином. Перед розв'язком задачі з ціллю C_i, у рамках процесу підготовки системи до розв'язку задачі, RRO комплектується так, щоб рівень значення FS по відношенню до розв'язуваної задачі був мінімально допустимим з певним інтервалом гарантії розв'язку задачі. Такий інтервал значення FS будемо позначати ΔFS. Оптимізація цього параметра у процесі розв'язку задачі моделлю MS полягає у тому, що при виникненні μ, що приводить до зменшення одного або кількох складових параметра FS, необхідно визначити міру елімінації μ, яка забезпечила би таке значення величини FS, яке не виходить за рамки ΔFS. Якщо MS виявить, що елімінувати μ в необхідній мірі не можливо в процесі розв'язку задачі, то в рамках S_i модель MS модифікує ціль $C_i \to C_i^*$ таким чином, щоб C_i^* була допустима з точки зору інтерпретації розв'язку задачі Z_i. Очевидно, що MS управляє процесом розв'язку задачі Z_i на рівні реалізації стратегії управління процесом. Управляючими параметрами, у даному випадку, є стратегія розв'язку задачі S_i, яка вибирається таким чином, щоб не було необхідності модифікувати ціль C_i, що відповідає можливості чергової реалізації побудови поточного елементу ланцюга. Якщо це виявиться не можливим, то модифікується ціль $C_i \to C_i^*$, що в графовій інтерпретації означає зміну однієї кінцевої вершини на іншу, яка відповідає змодифікованій цілі C_i^*.

Оскільки, у відповідності з рангами моделей можливим є для MS зв'язок $(ML \to MS) \& (MS \to ML)$, то коротко зупинимося на інтерпретації такого зв'язку.

Кожний вузол e_i графу G в MS представляє собою сукупність функцій, що виконуються в RO_i і RRO на етапі реалізації стратегії S_i. Такий вузол представляє собою деяку систему логічних функцій, що описують логіку необхідних перетворень і записується у вигляді $L_i = L_{i1} * L_{i2} * \Lambda * L_{in}$. Очевидно, що кількість таких систем L_i повинна відповідати кількості вузлів в $G \in MS$, в яких передбачаються ті, чи інші перетворення. Відповідні перетворення реалізуються згідно з логічними формулами, що описують їх на рівні логіки. Логічні змінні в L_{ij} можуть ідентифікувати не тільки окремі компоненти системи, а й функціональні перетворення $f_i(x_{i1}, K, x_{im})$, які описуються в словнику S^f.

Висновки

Результати таких перетворень інтерпретуються на рівні бінарних множин і на основі цього відповідна логічна змінна приймає певне значення. Значення логічної функції, що описує систему перетворень у вершині v_i, передається в MS для подальшого аналізу. В результаті такого аналізу MS переходить до наступного кроку стратегії або формує для ML задачу виводу нової формули, яка описувала би вимоги відповідної стратегії на поточному кроці.

Зв'язок між ML і ME полягає у наступному. Перш за все необхідно відмітити, що ME може активізуватися на основі наступних факторів:

- на основі команд з ML;

- на основі аналізу поточної популяції P_i, що сформувалась на попередньому циклі функціонування моделі ME, не залежно від причин її активізації;
- на основі даних і команд, що надійшли від MI.

Модель ML активізує ME в тому випадку, якщо в результаті аналізу L_i виявилось, що перехід до наступної вершини є не можливим. У рамках інтерпретації ML таким результатом може бути значення $L_i = 0$. Функціонування ME приводить до змін значень параметрів, оскільки g^{Γ}, g^{0}, g^{A} орієнтовані на впровадження таких змін. При цьому, в результаті зміни значення x_i^E може відбутися зміна значення x_i^L, що приведе до $L_i = 0 \to L_i = 1$ і тоді MS може реалізувати наступний крок стратегії S_i. На цьому етапі існує широкий спектр можливостей, наприклад, визначення значень $\{x_{i1}^L, K, x_{ik}^L\}$, які необхідно зменшити.

Список літератури

1. Королюк В.С., Турбин А.Ф. Полумарковские процессы и их приложения. Киев: Наукова думка. – 1976. – 184 с.

2. Альбеверно С., Фенслад Й., Хенд-Лрон Р., Ландестрем Т. Нестандартные методы в стохастическом анализе и математической физике. М.: Мир. – 1990. – 616 с.

3. Смальян Р. Теория формальных систем. М.: Наука, 1981. – 207 с.

4. Емеличев В.А. Лекции по теории графов. // В.А. Емеличев, О.И. Мельников, В.И. Сарванов, Р.И. Тышкевич / М.: Наука. – 1990. – 384 с.

5. Харрари Ф. Теория графов. М.: Мир. – 1973. – 300 с.

6. Коробчинський М.В. Проблемные вопросы организации управления групповым полетом беспилотных летательных аппаратов // М.В. Коробчинський / Збірник наукових праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є.Пухова. – К.: НАН України. – 2011. – Вип. 61. – С. 14-25.

7. Коробчинський М.В. Анализ возможностей средств математической логики в выявлении аномалий в системе управления БПЛА / М.В. Коробчинський // Збірник наукових праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є.Пухова. – 2012. – Вип. 65. – С. 165-172.

8. Коробчинський М.В. Исследование метода моделирования взаимодействия между отдельными компонентами информационной системы / М.В. Коробчинський // Збірник наукових праць «Моделювання та інформаційні технології». – 2012. – № 65. – С. 174-182.

9. Коробчинский М.В. Особенности использования эвристических принципов в задачах управления БПЛА // М.В. Коробчинский / Збірник наукових праць "Моделювання та інформаційні технології" – К.: НАН України Ін-т проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. – 2012. – № 66. – С.191-199.

10. Коробчинский М.В. Использование формальных средств для описания структурных аспектов информационного обеспечения // М.В. Коробчинский / Збірник наукових праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є.Пухова. – К.: НАН України. – 2012. – Вип. 64. – С.159-166.

Надійшла до редколегії 01.10.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.А. Машков, Державна екологічна академія післядипломної підготовки та управління Міністерства екології та природних ресурсів України, Київ.

МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

М.В. Коробчинский

В статье разработан и исследован метод обеспечения функциональной устойчивости системы управления подвижными объектами в целом. В этом случае, рассмотрены аппаратные и программные средства и проанализированы их изменения. Показано, что управление функциональной устойчивостью сводится к решению задач оперативного прогнозирования возможности возникновения неисправностей, выявление аномалий и других задач. Управление функциональной устойчивостью реализуется на уровне взаимодействия различных моделей, описывающих процесс решения задачи.

Ключевые слова: *аномалия, информационная модель, структурная модель, логическая модель, эволюционная модель, функциональная устойчивость, распределенная система управления, подвижные объекты, процесс решения задачи.*

METHOD OF PROVIDING FUNCTIONAL STABILITY CONTROL SYSTEM MOVING OBJECTS

M.V. Korobchinskiy

The article is designed and studied a method for providing functional stability control systems in general, moving objects . In this case, consider the hardware and software and analyzed their changes . It is shown that the stability control function reduces to solving the operational forecasting of potential malfunctions , anomaly detection and other tasks. Manage functional stability is realized at the level of interaction between different models describing the problem solving process.

Keywords: *anomaly, information model, structural model, logical model, evolutionary model, functional stability, distributed control system, moving objects, the problem solving process.*