

УДК 004.89:656.13:658.5

СИСТЕМНО-СПРЯМОВАНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

В. В. АУЛІН, д.т.н., професор,
А. В. ГРИНЬКІВ, к.т.н., с.н.с.,
С. В. ЛИСЕНКО, к.т.н., доц.,
О. М. ЛІВІЦЬКИЙ, здоб.,
А. О. ГОЛОВАТИЙ, асп.

Центральноукраїнський національний технічний університет

E-mail: aulinvv@gmail.com

Системно-спрямований підхід до формування інтелектуальної системи технічного сервісу (ІСТС) складається з системного аналізу, системного синтезу та мети спрямування. Системний аналіз – це основний метод дослідження таких складних систем, як ІСТС. Загальні етапи для будь-якої методики системного аналізу – це постановка завдання, дослідження системи і вибір найкращих рішень, формування опису системи.

На етапі постановки завдання визначаються цілі дослідження, проводиться виділення системи із середовища, розглядаються способи взаємодії системи із зовнішнім середовищем, формулюються основні припущення.

Етап формування опису ІСТС має наступні дії: декомпозиція системи на підсистеми та елементи; виділення сукупності підсистем; визначення загальної структури системи; визначення зв'язків структурованих елементів системи із зовнішнім середовищем та між собою; виявлення факторів, що підлягають врахування; вибір підходу до подання системи; формування варіантів подання системи.

Особливістю методик системного аналізу є те, що вони спираються на поняття системи і використовують загальні закономірності будови, функціонування і розвитку систем. Специфічними для конкретного дослідження етапами можуть бути синтез можливих структур досліджуваної ІСТС, прогнозування її поведінки при заданих умовах, виявлення способів досягнення певних станів.

Дослідження ІСТС полягає в накопиченні знань про властивості і відносини існуючих об'єктів до конкретних цілей. При проектуванні ІСТС створюються нові об'єкти із заданими властивостями. Для ІСТС характерними такі основні властивості: цілісність: як властивість системи, яка не є сумою властивостей її елементів; комунікативність: це коли система є підсистемою в системі більш високого рівня; ієрархічність; еквіфінальність: здатність складної системи досягати однакового кінцевого стійкого, незалежного від часу, при різних стартових умовах і різними шляхами, детермінованого початковими умовами; еволюційність розвитку; необхідна різноманітність; закономірності

цілеутворення: залежність цілей від рівня пізнання об'єкта (системи), а також від зовнішніх і внутрішніх факторів.

До головних загальносистемних атрибутів можливо віднести первинні елементи системи, відносини між елементами, закони композиції відносин, фон системи. При цьому доцільним буде використання восьми законів композиції, які сформулював В. Прангішвілі: закон переведення системи з одного стану в інший, зводячі до мінімуму вплив в критичній точці фазового переходу стану; закон еволюції, який свідчить, що будь-яка система в процесі розвитку проходить власний еволюційний шлях; закон піраміди свідчить, що коефіцієнт корисної дії будь-якої реальної системи не може досягати 100%, в зв'язку з чим енергія, поглинута системою ззовні, поступово зменшується в міру наближення до кінцевої мети; закон "острівкового ефекту", що дозволяє визначити можливий ступінь автономності системи в залежності від її параметрів і від властивостей зовнішнього середовища; закон єдності і боротьби протилежностей, що визначає можливість і умови об'єднання протиборчих сторін; закон причинно-наслідкових зв'язків; закон нестабільності системи, в процесі порушення когерентної взаємодії цієї системи; закон залежності потенціалу системи від зміни характеру взаємодії між її елементами.

Можливо виділити три основні групи властивостей складних ІСТС:

1. Властивості, що визначають взаємодію системи із зовнішнім середовищем (стійкість і характеристики станів системи).

2. Властивості, що характеризують внутрішню будову (структуру) системи. Структура систем будь-якої природи може змінюватися як в результаті взаємодії із зовнішнім середовищем, так і в результаті протікання внутрішніх процесів. При цьому ентропія виступає параметром, що характеризує зміну структури в часі. Ентропія у відкритих системах може як збільшуватися, так зменшуватися за рахунок її збільшення у зовнішньому середовищі.

3. Інтегральні властивості, що описують поведінку системи. Це передусім корисність, ефективність, надійність, керованість, безпека, живучість та ін. Одні властивості системи успадковують властивості її елементів, інші визначаються як деяка комбінація властивостей елементів, а ряд властивостей системи можливо розглядати як нові властивості, відсутні у її елементів. У загальному випадку інтегральні властивості ІСТС не є сумою властивостей її частин, тобто порушується принцип суперпозиції.

Системно-спрямований підхід до проектування ІСТС розглядає комплекс проблем і завдань, що виникають протягом життєвого циклу досліджуваної системи.

При цьому використовуються основні аксіоми системного проектування ІСТС:

1. З нерозв'язності загального завдання проектування систем випливає необхідність її декомпозиції на сукупність локальних завдань, упорядкованих багаторівневої паралельно-послідовної логічної схемою проектування.

2. З невизначеності вихідних даних і обмежень в загальному завданні

проектування впливає необхідність їх прогнозування та обміну проектними рішеннями між функціональними осередками системи проектування відповідно до певної логічної схеми.

3. З логічної суперечливості загального завдання проектування впливає необхідність організації ітераційних циклів, які визначають відповідність системних вирішальних процедур.

4. З неможливості сконструювати апріорі "наскрізне" правило переваги впливає необхідність побудови багаторівневого критерію оцінки проектних рішень.

Формальний опис та формальні моделі складної ІСТС є необхідним етапом дослідження. Формальні моделі потрібні для дослідження внутрішньої будови систем, для прогнозування, а також для визначення оптимальних режимів їх функціонування. Найбільш високий рівень абстрагування мають лінгвістичний і теоретико-множинний способи опису систем.

Лінгвістичний підхід до опису ІСТС впливає з характерних рис системи. Цей підхід має інтерес через те, що знання у вигляді виду інформації є найбільш доступними. Лінгвістичний підхід поступається в плані компактності теоретико-множинному способу опису. Алгебраїчний підхід до опису систем, розвинений Месаровичем і Тахакарой, у багатьох випадках дозволяє отримати корисні результати, але існують завдання, для яких більш природними є описи інших типів.

Найбільш поширеним є – теоретико-множинний спосіб опису. При цьому найбільш розвиненим напрямом теорії систем є феноменологічний, який базується на поданні системи S як деякого перетворення вхідних впливів множини факторів X у множину результативних вихідних величин Y , тобто $S \in X \times Y$.

При цьому відкриті інтелектуальні системи неможливо уявити у вигляді функції, що дозволяє отримати вихід по входу через наявність невизначеностей. Вхідні впливи у відкритій системі можливо розділити на дві множини складові: визначені U і невизначені M , тоді маємо $X = U \times M$, $S \in U \times M \times Y$.

В умовах невизначеності функціонування ІСТС, коли традиційним прийомом є посилення ступеня розмитості мови опису, часто в таких випадках переходять від розгляду вхідних і вихідних множин до розгляду підмножин їх елементів. Це призводить до імовірнісним і нечітким описам ІСТС. Характерною рисою таких систем як ІСТС, в яких бере участь людина – це прагнення до певної мети, тобто її цілеспрямованість. Для опису цілеспрямованої ІСТС застосовується підхід, відмінний від феноменологічного, який полягає в тому, що система описується за допомогою деякого завдання прийняття рішень (ЗПР).

В зв'язку з цим система $S \in X \times Y$ – це система прийняття рішень. Якщо існує така множина ЗПР D_x , $x \in X$, розв'язок яких буде належати множині D_x та існує відображення $T: Z \rightarrow Y$, що для $x \in X$ і $y \in Y$ пара (x, y) належить системі S тоді і тільки тоді, коли знайдеться таке $z \in Z$, що z є рішенням завдання D_x , а

$T(z) = y$.

Отже для конкретної ІСТС можна отримати як феноменологічний, так і цілеспрямований опис, якщо визначено мету. Існують різні підходи до формування цілей проектування ІСТС. Сформований на практиці стереотип – ясно поставлена мета є найголовнішою умовою успіху. Це в деякій степені суперечить досвіду фахівців з системного аналізу, які стверджують, що мета створення системи та її складових уточнюються в ході роботи. Мета функціонування ІСТС формується на початкових стадіях проектування, а досягається в момент часу $t = T$, тому в процесах їх проектування необхідно здійснювати дослідження і розробку образів майбутнього системи ІСТС на інтервалі функціонування $0 < t < T$. В зв'язку з цим однією з умов, що забезпечують успіх будь-якого проекту є побудова наступних прогнозів: прогноз стану або поведінки зовнішнього середовища (надсистеми), яка взаємодіє з досліджуваною ІСТС (об'єктом); прогноз зміни цілей функціонування і структури досліджуваної системи; прогноз розвитку конкуруючих або протидіючих підсистем, їх характеристик і стратегій поведінки.

Взаємодія ІСТС із зовнішнім середовищем, а також елементів системи один з одним може бути представлено моделями структури і моделями функціонування. Модель структури в залежності від мети дослідження може мати такі різновиди: зовнішня модель, коли систему представляють в канонічному вигляді, а зв'язки із зовнішнім середовищем – за допомогою входів і виходів; ієрархічна модель, в системі відбувається поділ за рівнями з використання принципу підпорядкування нижчих рівнів вищим; внутрішня модель, в якій відображені склад та взаємозв'язки між елементами системи.

Функціонування ІСТС може бути представлено: моделлю життєвого циклу, що характеризує процес існування системи від її проектування до ліквідації; операційною моделлю системи, що представляє сукупність процесів її функціонування за основним призначенням.

Існують різні підходи до моделювання ІСТС. Побудова макромоделей великих систем, здійснюються на основі статичного підходу, які можуть використовувати різні типи описів: теоретико-множинний, лексикографічний, топологічний та ін. Макромоделі дають уявлення про залежність стану системи від поведінки людини і зовнішнього середовища, але не враховують змагальний характер розвитку і не містять уявлень про ефективність.

Структурно-функціональний підхід пов'язаний з побудовою моделі структури, елементи якої являються функціями. При виявленні механізму, що породжує функції, використовують теоретико-множинний апарат і математико-лінгвістичні засоби.

Ситуаційне моделювання пропонується для розв'язання завдань динамічного управління складними інтелектуальними системами в умовах невизначеності. В такій системі представлено кінцевий набір можливих ситуацій і відповідних їм управлінських рішень. Можливість класифікації ситуацій обумовлює застосованість цього підходу.

Імітаційне моделювання ICTC ґрунтується на використанні суб'єктивних припущень про динаміку процесів, що розглядаються. Можливо одержати диференціальні рівняння тільки для ідеалізованої структури систем при усереднених значеннях параметрів в процесі моделювання їх динаміки. Прикладами таких моделей можуть слугувати моделі системної динаміки Дж. Форрестера. Розроблені ним точкові моделі дають хороші результати в тих випадках, коли вони достатньо прості і коли оперують великими просторами усереднення змінних. При цьому спостерігаються ускладнення, які зазвичай, супроводжуються переходом до моделей розподілених в просторі. Виникають також серйозні труднощі із заданням граничних умов, визначенням невідомих коефіцієнтів рівнянь, а також ускладненнями обчислювального характеру.

Імітаційне моделювання дискретних систем і процесів пов'язане, в основному, з розробкою спеціалізованих мов (SIMULA, GPSS і ін.). Вони застосовуються при моделюванні технологічних процесів, а також моделюванні функціонування організаційних систем. Розвиток технологій програмування та штучного інтелекту істотно полегшує процес розробки імітаційних моделей. З'явилися мови і системи інтелектуального імітаційного моделювання, доступні широкому колу користувачів. На ринку програмного забезпечення популярними стали візуальні пакети системної динаміки Ithink, ReThink, PowerSim і т.д.

Синергетичний підхід до моделювання ICTC враховує нелінійність, що є одним з проявів невиконання принципу суперпозиції. В системно-спрямованому підході використовується динамічна імітаційна модель системи, що описує процес її розвитку за допомогою понять – інформація і ентропія. Найбільше відображення зв'язку ентропії та інформації отримало у вигляді неентропійного принципу Бриллюена.

Зазначимо, що в процесі еволюції ICTC істотним є не кількість інформації, а її цінність. Це тісно пов'язано зі ступенем використання інформації. Цінність інформації є тим більшою, чим менше існує способів виконати необхідну функцію, не володіючи цією інформацією. Іншими словами, цінність характеризує незамінність інформації. У процесі використання інформації відбувається відбір елементів-ознак, або вирішальних елементів які дають переваги в ході розвитку.

Проектування ICTC передбачає вирішення завдань синтезу, які в залежності від вихідних даних, поділяють на три класи синтезу: структури, при заданих алгоритмах функціонування; оптимальної поведінки і алгоритмів функціонування системи при відомій структурі; структури і алгоритмів функціонування, розподіл функцій за елементами і визначення оптимального складу.

Вимоги, що пред'являються до ICTC, залежать від конкретних умов і визначальним чином впливають на якість одержуваних рішень. Вибір оптимальних рішень з множини існуючих ускладнюється наступними обставинами: альтернативні рішення реально не існують; відсутні кількісні або об'єктивні вимірювання властивостей системи, що проектується; відсутнє

уявлення про найкраще рішення або воно є неоднозначним і суперечливим; є необхідність врахування багатьох критеріїв в процесі прийняття рішень; вимоги змінюються з плином часу.

Завдання структурного синтезу ІСТС вважається найбільш важким для формалізації проектної процедури. Для синтезу необхідна інформація про базові елементи інтелектуальної системи, макроелементів і узагальнені структури проєктованого об'єкта. В процесі розробки інтелектуальних систем, як правило використовуються автоматизація структурного синтезу. Для представлення знань про об'єкти синтезу зазвичай використовуються об'єктно-орієнтовані моделі. Поширеним засобом представлення узагальнених структур є І-АБО-дерева. Відомі такі підходи до алгоритмізації структурного синтезу: перебір закінчених структур; нарощування структури; виділення варіанту з узагальненої структури; трансформація готових описів.

Відсутність суворого загального рішення завдання синтезу складної неоднорідної ІСТС обумовлено наступними причинами: початкова інформація про склад елементів і відносин між ними обмежена, різним рівням опису системи відповідають свої склад елементів; можливі альтернативні способи поділу складної системи на елементи; в повному обсязі властивості інтелектуальної системи можна отримати підсумовуванням властивостей її частин; в процесі формалізації зв'язки між елементами зазвичай подаються через бінарні відносини або відносини, що зводяться до бінарним, в той час відомо, що інтелектуальна система, будучи цілісною організацією, не зводиться до бінарним відносин; проєктування нових систем часто є пошуком принципово нових рішень, отже, ефективний метод вирішення завдання повинен включати процеси, що ведуть до утворення нових структур з новим складом елементів і відносинами між ними.

Таким чином, розглянуте теоретичне обґрунтування системно-спрямованого підходу формування інтелектуальної системи технічного сервісу є новим підходом, на основі якого можливо побудувати ефективну систему технічного сервісу транспортних машин і мобільної сільськогосподарської техніки.

Список використаних джерел

1. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем : монографія / В. В. Аулін, Д. В. Голуб, А. В. Гриньків, С. В. Лисенко. - Кропивницький : ТОВ "КОД", 2017. - 369 с.
2. Методологічні основи проєктування та функціонування інтелектуальних транспортних і виробничих систем : монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, А. О. Головатий [та ін.] ; під заг. ред. В. В. Ауліна. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2020. – 428с.
3. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Питер, 2000.
4. Використання економіко-математичного моделювання та

інформаційних технологій для забезпечення ефективного управління регіональної економіки / Аулін В.В. та ін. "Нові інформаційні технології навчання в навчальних закладах України". 2001. Вип.7. С.236-239.

5. Петров Е.А., Краус В.А. Уровни управления интеллектуальной транспортной системой. Вестник СибАДИ. 2013. Вип. 3 (31). С 61-66.

6. Hahanov V.I., Guz O.A., Ziarmand A.N., Ngene Christopher Umerah, Arefjev A. Cloud Traffic Control System. Proc. of IEEE East-West Design and Test Symposium. 2013. P.72-76.

7. Аулін В.В. Зв'язок форм авторегулювання (квазікерування) і властивостей TTC в синергетиці підвищення їх надійності. Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій: збір. мат. доповідей IV-ої міжнар. інтернет-конф. Вінниця: ВНТУ, 2016. С.11-12.

8. Аулін В.В., Гриньків А.В. Теоретичне обґрунтування моментів контролю технічного стану систем і агрегатів засобів транспорту. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2017. №8. С. 9-20.

9. Chen Xue-Mei, Wei Zhong-Hua. Vehicle management system based on multinode RFID cards. 30th Chinese Control Conference (CCC). 2011. P. 5497-5499.

10. Jiang Lin-ying, Wang Shuai, Zhang Heng, Tan Han-qing. Improved Design of Vehicle Management System Based on RFID. Intelligent System Design and Engineering Application (ISDEA):International Conference 2010. Vol. 1. P. 844-847.

11. Аулін В.В., Жулай О.Ю., Бобрицький В.М. Теоретичні основи діагностичного моніторингу і системи керування технічним станом мобільної сільськогосподарської техніки. Праці Таврійської держ. агротехн. академії. 2006. Вип.39. С.43-54.

12. Боровской А.Е., Новиков И.А., Шевцов А.Г. Внедрение интеллектуальных транспортных систем в рамках национальных программ повышения безопасности дорожного движения. Вестник ХНАДУ. 2013. Вип. 61-62. С. 279-284.

13. Samad T. Perspectives in Control Engineering Technologies, Applications, and New Directions. Intelligent Transportation Systems: Roadway Applications. 2001. P. 348 -369.

14. Хаханов В.И., Литвинова Е.И., Чумаченко С.В., Филипенко О.И. Интеллектуальное облако управления движением (Smart Cloud Traffic Control). Информационные технологии. 2013. №2. С. 67-76.

15. Hahanov V., Gharibi W., Baghdadi Ammar Awni Abbas, Chumachenko S., Guz O., Litvinova E. Cloud traffic monitoring and control. Proceedings of the IEEE: 2013: 7th International conference on intelligent data acquisition and advanced computing systems (IDAACS). 2013. P. 244-248.

16. Bortyakov D.E., Mescheryakov S.V., and Shchemelinin D.A. Integrated Management of big data traffic systems in distributed production environments. Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2014. № 1. С. 105-113.

17. Кудрявцева А. С. Киберфизическая система как развитие автоматизации на всех этапах жизненного цикла деятельности предприятия на основе внедрения цифровых технологий. Системный анализ в проектировании и управлении. 2019. № 1. С. 312-320.

18. Аулін В.В., Лівіцький О.М. Інформаційне забезпечення в системі технічного сервісу, діагностичного моніторингу та охорони праці в с/г виробництві. Конструювання, виробництво та експлуатація с/г машин 2009р. Вип.39. С. 287-291.

УДК 621.891:656.13

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПРИПРАЦЮВАННЯ СПРЯЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН ТА МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

В. В. АУЛІН, д.т.н., професор,
С. В. ЛИСЕНКО, к.т.н., доц.,
А. Є. ЧЕРНАЙ, асп.,
В. В. СЛОНЬ, здоб.,
А. П. ЛУКАШУК, асп.

Центральноукраїнський національний технічний університет
E-mail: aulinvv@gmail.com

Підвищення надійності транспортних машин (ТМ) та мобільної сільськогосподарської техніки (МСГТ) пов'язане з процесами зміни технічних параметрів спряжень деталей систем і агрегатів. Характер протікання цих процесів безпосередньо залежать від відхилень форми та точності взаємного розташування робочих поверхонь деталей в спряженнях. Різні види цих відхилень обумовлені порушеннями технології виготовлення та збирання вузлів, систем і агрегатів машин у виробництві та ремонті. При наявності втрат точності розташування деталей та їх переміщень в процесі експлуатації відбуваються заклинювання, удари, вібрації, порушення герметичності спряжень та ін. Зазначене приводить до відмов, зниження ресурсу, втрат енергії, перегрівання спряжень деталей і агрегатів, підвищення витрат паливно-мастильних матеріалів. Поліпшенням ефективності процесів припрацювання ресурсовизначальних спряжень деталей ТМ та МСГТ, забезпеченням високої якості та усуненням геометричних відхилень взаємного розташування і форми деталей, підготовкою їх до сприйняття експлуатаційних навантажень, можливо вирішити проблему підвищення довговічності вузлів, систем і агрегатів.

Більшість методів припрацювання спрямовані на прискорення процесів, а не на перенесення умов пристосування спряжених поверхонь деталей на початковий період їх експлуатації, що є недостатньо ефективним при