

УДК 624.048:725.7

**Світлана ШАПОВАЛ,
Роман ШЕВЧЕНКО**

ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГОТЕЛЬНО- РЕСТОРАННОГО КОМПЛЕКСУ

Наукове дослідження присвячено розробці інтелектуальної моделі моніторингу за роботою систем життєзабезпечення готельно-ресторанного комплексу. Функціональність і завдання відповідної моделі повинна забезпечувати безперервність автономного та дистанційного моніторингу системам інженерно-технічної інфраструктури підприємства. Для реалізації роботи розроблено математичний апарат у вигляді трансформованих звичайних диференціальних рівнянь шостого порядку, які найбільш адекватно відображають функціонування відповідних систем. Запропоновано автоmodalний метод їх розв'язання. Викладено рекомендації щодо роботи сенсорних датчиків, інсталяції і керування ними в режимі роботи локальної комп'ютерної мережі та основні результати пілотної апробації моделювання.

Ключові слова: інтелектуальне моделювання, автоmodalні рішення, диференціальні рівняння, обернена задача, готельно-ресторанний комплекс.

Шаповал С., Шевченко Р. Инженерно-техническое моделирование системы жизнеобеспечения гостинично-ресторанного комплекса. Научное исследование посвящено разработке интеллектуальной модели мониторинга за работой систем жизнеобеспечения гостинично-ресторанного комплекса. Функциональность и задачи работы соответствующей модели должны обеспечивать бесперебойность автономного и дистанционного мониторинга систем инженерно-технической инфраструктуры предприятий. Для реализации работы разработан математический аппарат в виде трансформированных обыкновенных дифференциальных уравнений шестого порядка, которые наиболее адекватно отражают работу соответствующих систем. Предложен автоmodalный метод их решения. Изложены рекомендации по работе сенсорных датчиков, инсталляции и управлению ими в режиме локальной компьютерной сети, а также основные результаты пилотной апробации моделирования.

Ключевые слова: интеллектуальное моделирование, автоmodalные решения, дифференциальные уравнения, обратная задача, гостинично-ресторанний комплекс.

Постановка проблеми. Готельно-ресторанний комплекс (ГРК) – система адміністративних, виробничих або житлових будівель, що складаються з підсистем, які забезпечують виконання певних функцій для вирішення різних завдань при роботі комплексу. По мірі ускладнення цих підсистем і збільшення кількості виконуваних функцій управління

© Світлана Шаповал, Роман Шевченко, 2015

ними потребує більших зусиль. Також стрімко зростають витрати на утримання персоналу, ремонт та обслуговування підсистем. Система життєзабезпечення включає освітлення, водопостачання, клімат-контроль, які необхідно виконувати в інтелектуальному режимі. Проблеми життєдіяльності набули актуальності під час експлуатації сучасних великих ГРК.

Організація роботи системи життєзабезпечення ГРК – одне з найважливіших наукових завдань щодо дотримання нормативів охорони праці та безпеки життєдіяльності на підприємстві.

При дослідженні та створенні безпекових систем визначальною є методологічна основа. Про подібну необхідність йдеться, наприклад, у книзі професора Каліфорнійського університету Кеннета Бейлі "Математика і нові системні теорії. До теоретичного синтезу" (1994 р.) [1, с. 210–233]. Зокрема, в ній описано 29 ознак, притаманних інженерній системній теорії, обґрунтовано неприйнятність існуючих системних теорій для вирішення сучасних системно складних завдань у галузі інженерно-безпекових досліджень функціонування готельно-ресторанного комплексу.

Прогнозується (як необхідність) поява інноваційних, а саме – інтелектуальних технологій, прийнятних для вирішення складних завдань у різних сферах інженерної діяльності, насамперед у безпековій, інженерно-економічній, інженерно-екологічній, де принципово не можуть застосовуватися більшість традиційних методів конкретних напрямів технічної науки. Отже, системні методи інтелектуального інженерно-технічного моделювання нового покоління повинні бути міждисциплінарними.

Академіком О. М. Малютою здійснено аналогічний аналіз розвитку системних інтелектуальних методів за дещо іншими класифікацією та способом виділення основних етапів [2, с. 13–18]. Останні розподілено на три основні групи із зазначенням тих узагальнених характеристик, які виокремлюють кожен етап розвитку [3, с. 181–210].

Існує багато способів моделювання системи життєзабезпечення від різновидів графічних схем до математичних, логічних, інформаційних і анімаційних моделей. Проте бракує необхідної повноти та точності у висвітленні таких систем.

Мета роботи – розробити системну методіку інтелектуального моделювання, яка містить базові закони системного рівня спільності, що поширюються на об'єкти ГРК незалежно від їх якісної різнотехнологічної характеристики здійснення. На методологічному рівні (практико-технологічний аспект) визначити системологічний інструментарій для побудови та аналізу системних моделей складних об'єктів ГРК, прогнозування застарівання основних фондів, проведення апробації цих моделей в ЕОМ-інтерпретації.

Матеріали та методи. *Інтелектуальне інженерно-технічне моделювання* (ІТМ) – є системною методологією третього покоління інженерно-технічного рівня спільності, що базується на теорії *гіпер-комплексних динамічних систем* (ГДС). Назва відповідної методології обумовлена її основними положеннями, які складаються з системних інваріант, прийнятних для опису об'єктів сфери обслуговування (у даному випадку – готельно-ресторанний комплекс). Фактично ІТМ функціонує як засіб випереджаючого моделювання [4, с. 10–11]. Це завдання виникає саме в умовах трансформаційних змін внутрішнього та зовнішнього середовища кризової ситуації, модельний аналіз якої на основі традиційних засобів виявився неможливим.

Випереджаюче інтелектуальне інженерно-технічне моделювання – це перспективне створення моделі не на існуючий об'єкт, а на той, який буде в технологічній перспективі. В основі моделі не статистичні дані, а прогнозовані тенденції розвитку багатоваріантного сценарію – прогнозу [5, с. 31–53].

Теорія ГДС є новим науковим інженерним напрямом для методичного вирішення таких наукових завдань:

- *на апробаційному рівні* – визначення сукупності основних принципів, закономірностей та положень у технологічних і технічних галузях, що мають загальнонаукове фундаментальне значення;
- *на методологічному рівні* – застосування інваріантного інтелектуального інженерного моделювання, системологічного інструментарію, придатного для побудови та аналізу системних моделей будь-яких різноякісних об'єктів і процесів системи життєзабезпечення на всіх об'єктах ГРК.

У всіх системних методах основоположним є принцип системності, який надає, визначає і розкриває зміст будь-якого прийому моделювання. В ІТМ принцип системності має вигляд технологічного ланцюга (рис. 1):

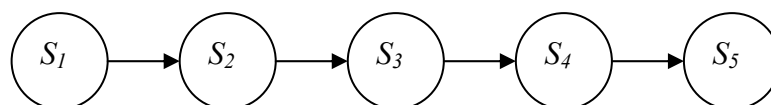


Рис. 1. Технологічний ланцюг моделювання

S-принцип базується на твердженні, що на будь-якому об'єкті ГРК процес і явище розглядаються як система. Визначення системи та інтелектуального інженерно-технічного (інваріантного) моделювання здійснюється за рівнями (ланками) лінійної системи у послідовності: *елемент зв'язку – структура – цілісність – ієрархічність*.

Застосування такої методики змінює підходи до моделювання безпекових систем готельно-ресторанних комплексів і способи їхньої математичної інтерпретації (за логічними позиціями), в межах якої

моделювання та прогнозування є підходами до вивчення системи. Отже, формується нова парадигма інтелектуального моделювання – системного погляду на роботу систем життєзабезпечення, які відповідають системному інваріаційному підходу. Саме в цьому полягає принципова відмінність останнього від інших способів системного опису інтелектуальних методів. Розглянемо методи ГДС як сукупність системних інваріант за формулою:

$$\sum_{i=0}^{j=1} S \in S_1 \in S_2 \in S_3 \in S_4 \in S_5, \quad (1)$$

- де S – загальне позначення системи готельно-ресторанного господарства;
- S_1 – гіперкомплексні параметри (наявність у системі ГРС різнорідних елементів з урахуванням їхніх властивостей);
 - S_2 – динамічність (здатність елементів ГДС до взаємодії, а також реалізація міжсистемної взаємодії);
 - S_3 – структурні компоненти (механізм і послідовність реалізації взаємозв'язків);
 - S_4 – цілісність (ознака притаманна сукупності структурованих елементів у цілому, але не кожному зі складових її елементів окремо);
 - S_5 – ієрархічність (наявність сукупності внутрішньосистемних рівнів, їхніх властивостей і закономірностей створення та функціонування).

Метод інтелектуального інженерно-технічного моделювання поєднує в собі багато відомих методів і залишає досить великі можливості для вільного виявлення персоніфікованості, разом з тим встановлює певні межі для цієї довільності, вимагаючи описувати будь-яку систему з позицій певного набору головних характеристик, без яких не може обійтися жодна система. Набір цих характеристик розглядається як інваріант, тобто властивість або набір властивостей, без визначення яких система як самостійний об'єкт існувати не може [6, с. 100–110].

Під системним інваріантом мають на увазі таку універсальну систему характеристик, яка обов'язково повинна бути в будь-якому готельно-ресторанному господарстві, процесі чи явищі, розглянутому як система, незалежно від його якісного різновиду. Конкретні значення цих інваріантів для різних ГРК-систем можуть бути різними. В цьому і виявляється її затребуваність на рівні моделювання, що розглядається.

Рівні реалізації формального апарату в ГДС: вербальний, символічний, алгоритмічний і ЕОМ-реалізація алгоритмічної "мови", сукупність якої становить аксіоматичний базис "системної мови" в рамках методології інваріантного (інтелектуального) моделювання.

За допомогою цього формального апарату вирішується низка складних завдань щодо функціонування системи життєзабезпечення великих ГРК, а саме: адекватне відображення та опис досліджуваних об'єктів готельно-ресторанного господарства; ситуаційний аналіз

і прогнозування їхнього стану та експлуатації об'єктів. Цей різновид системного підходу дає можливість усунути такі технічні недоліки:

1) непридатність мовних і концептуально-понятійних засобів конкретних технічних методик для адекватного відображення основних технологічних особливостей функціонування інженерно-технічної інфраструктури ГРК;

2) відсутність повної сукупності фундаментальних принципів і закономірностей, що стосується саме систем, і тим самим виділяють їх як специфічний об'єкт і предмет дослідження.

Результат оптимізації системного класичного моделювання надає значну кількість вдало побудованих системних концепцій, які технологічно реалізовані на всю сучасну функціональну складову, методологічну універсальність і дають необхідний економічний ефект.

Методологія інтелектуального інженерно-технічного моделювання застосовується для здійснення міждисциплінарних досліджень, забезпечує формалізованість на рівні системних законів і принципів, ЕОМ-прогнозування і не суперечить фундаментальним положенням сучасної технічної науки.

Звертаємо особливу увагу на ту перевагу, що в теорії ІТМ всі принципи й закономірності викладено на всіх чотирьох "мовах" уявлення: вербальній, символічній, алгоритмічній і матричній (ЕОМ-реалізація). Причому при перекладі з однієї мови на іншу не відбувається втрата або перекручування даних.

Розглянемо інтелектуальну інженерно-технічну модель системи життєзабезпечення готельно-ресторанного комплексу (ГДС-граф). За допомогою алгоритму можна перевести її в адекватну за описом матрицю, позначивши елементи системи та зв'язку згідно з *рис. 2*:

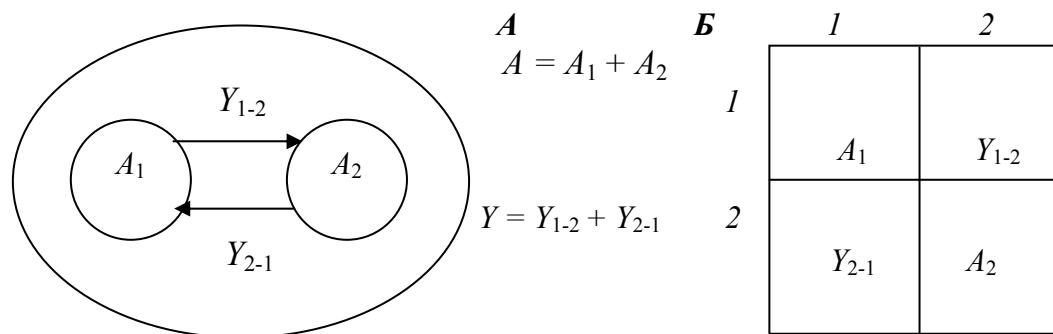


Рис. 2. Графічна модель інтелектуального імітування роботи ГРК

Необхідно змоделювати систему життєзабезпечення ГРК на всіх чотирьох "мовах" адекватно, починаючи з вербального подання: система "A" – це цілісна система, що складається із сукупності двох підсистем – "A₁" та "A₂", між якими реалізовано структуру прямого Y_{1-2} і зворотного

Y_{2-1} зв'язків. Далі її відобразити у вигляді ГДС-графа (дає можливість побачити механізм реалізації взаємозв'язків між внутрісистемними елементами $A = A_1 + A_2$, $Y = Y_1 + Y_{2-1}$, що враховує ієрархічну підпорядкованість), потім – у вигляді алгоритмізованого уявлення (уможливило переказ на мову формул і використання в галузі науки про безпеку) і, нарешті, – матричного позиціонування "Б" (дає змогу автоматизувати процес оперування даними та моделювання складних систем). Крім нового системного апарату формалізації, рівень викладу інваріантного інтелектуального моделювання робить його прийнятним для ЕОМ-інтеграції в ЕОМ-системи типу *Delphi* [6, с. 121–123].

Результати дослідження. Розроблено математичну концепцію інтелектуального інженерно-технічного моделювання системи життєдіяльності ГРК – запропоновано рівняння, які описують систему у вигляді часткових похідних, підпорядкованих певній комбінації незалежних змінних (навколишнього середовища, соціальної та техносфери), і, отже, задовольняють деякому *звичайному диференціальному рівнянню* (ЗДР). Його розв'язання визначається властивістю та інтерпретується автоmodalними рішеннями. Зауважимо, що під ЗДР розуміють як одне звичайне диференціальне рівняння, так і систему таких рівнянь.

Технологічний процес, який трансформується в часі життєзабезпечення і функціонування установи називається автоmodalним і є таким, якщо розподіл його характеристик в різні моменти часу диференціюється методом перетворень подібності. Встановлення автоmodalності завжди є успіхом для забезпечення роботи систем життєзабезпечення: автоmodalність спрощує обчислення та подання характеристик явищ – таких як форс-мажорний злам системи вентиляції, електрики, опалення тощо. Вона уможливило в багатьох випадках звести задачу інженерного забезпечення до вирішення ЗДР, що істотно спрощує дослідження. Крім того, автоmodalні рішення математично апробуються як еталони при оцінюванні наближених методів вирішення складніших завдань, наприклад, оптимізації роботи системи автоматизованого керування мікрокліматом приміщень (дистанційний інтелектуальний клімат-контроль).

Вивчено деякі аналітичні властивості розв'язання системи двох звичайних диференціальних рівнянь третього порядку, які описують роботу системи життєзабезпечення ГРК. Характерною особливістю рівнянь цієї системи є те, що вони визначають перетворення (пряме і зворотне) Беклунда вищого аналога в другому рівнянні Пенлеве [7, с. 18]. Фізична інтерпретація цього рівняння надає дані про стан зношеності технологічного обладнання системи й забезпечення безпеки життєдіяльності та охорони праці працівників ГРК.

Відомо, що вищий аналог другого рівняння Пенлеве є точною автоmodalною редукцією вищого аналога рівняння Кортевега де

Фріза [7, с. 281–294], який має широкий спектр додатків у нелінійній інженерії. Застосування методу дослідження аналітичних властивостей рішень зазначеної вище системи полягає в дослідженні еквівалентних їй двох нелінійних диференціальних рівнянь шостого порядку з урахуванням аналітичних властивостей рішень вищого аналога другого рівняння Пенлеве. Для забезпечення безперебійної роботи системи життєзабезпечення ГРК отримано такі результати математичного моделювання:

1. Рівняння вищого аналога другого рівняння Пенлеве [8, с. 23–32]:

$$W_{\alpha}^{(4)} = 10 \cdot W_{\alpha}^2 \cdot W_{\alpha}'' + 10 \cdot W_{\alpha}' \cdot (W_{\alpha}')^2 - 6 \cdot W_{\alpha}^5 - z \cdot W_{\alpha} - \alpha \quad ({}_4P_2) \quad (2)$$

має перетворення Беклунда й зворотне до нього, що визначається за формулами:

$$W_{\alpha-1} = -W_{\alpha} - \frac{2 \cdot \alpha - 1}{2 \cdot W_{\alpha}''' - 4 \cdot W_{\alpha}' \cdot W_{\alpha}'' + 2 \cdot (W_{\alpha}')^2 - 12 \cdot W_{\alpha}^2 \cdot W_{\alpha}' + 6 \cdot W_{\alpha}^2 + z}, \quad (3)$$

$$W_{\alpha} = -W_{\alpha-1} - \frac{2 \cdot \alpha - 1}{-2 \cdot W_{\alpha-1}''' - 4 \cdot W_{\alpha-1}' \cdot W_{\alpha-1}'' + 2 \cdot (W_{\alpha-1}')^2 + 12 \cdot W_{\alpha-1}^2 \cdot W_{\alpha-1}' + 6 \cdot W_{\alpha-1}^4 + z} \quad (4)$$

відповідно до довільного параметра α . Це означає, що, якщо відомо рішення рівняння:

$$W_{\alpha-1}^{(4)} = 10 \cdot W_{\alpha-1}^2 \cdot W_{\alpha-1}'' + 10 \cdot W_{\alpha-1}' \cdot (W_{\alpha-1}')^2 - 6 \cdot W_{\alpha-1}^5 - z \cdot W_{\alpha-1} - (\alpha - 1), \quad (5)$$

то при деякому фіксованому значенні параметра α – коефіцієнта форс-мажорних (непередбачуваних) обставин формула (4) дає змогу отримати рішення рівняння $({}_4P_2)$ при фіксованому значенні параметра α . І, навпаки, якщо відомо рішення рівняння $({}_4P_2)$ при фіксованому значенні параметра α , то за допомогою (3) можна отримати рішення рівняння (5). При цьому передбачається, що знаменники дробів у (3) і (4) при будь-яких значеннях z відмінні від нуля. На практиці це означає, що при виході з ладу одного з елементів системи опалення запускається запобіжна система забезпечення теплом або охолодження спліт-кондиціонерами зі змінною роботою кондиціонувальних систем змішаного режиму.

2. Система рівнянь (3) і (4) еквівалентна за W_{α} такому рівнянню:

$$P_0 \cdot W_{\alpha}^{(6)} + P_1 \cdot W_{\alpha}^{(5)} + P = 0. \quad (6)$$

З цього випливає, що система $W_{\alpha-1}$ у рівняннях (3) і (4) також еквівалентна рівнянню шостого порядку:

$$\tilde{P}_0 \cdot W_{\alpha-1}^{(6)} + \tilde{P}_1 \cdot W_{\alpha-1}^{(5)} + \tilde{P} = 0. \quad (7)$$

Отже, рівняння (7) отримуємо з (6) за допомогою перетворення $\alpha \rightarrow 1-\alpha$, $W_\alpha \rightarrow -W_{\alpha-1}$.

Серед запропонованих нових рішень рівнянь, які описують систему життєзабезпечення ГРК, в часткових похідних зустрічаються автомодальні рівняння. Комп'ютеризація наукових досліджень і відкриття *методу оберненої задачі* викликали ще більший інтерес до автомодального розв'язання проблем. Автомодальність акумулює матеріали дистанційного моніторингу функціонування системи, що свідчить про наявність певного типу стабілізації досліджуваних безпекових систем готелю чи ресторану та їх роботу в системі життєзабезпечення ГРК, а також визначає місце для досить широкого кола технологічних умов її безпечного функціонування [9, с. 80–81].

Автомодальні рішення відіграють важливу роль при розв'язанні рівнянь у часткових похідних після закінчення тривалого часу (в області, де не можна знехтувати градієнтом фону, наприклад, дослідження термічного поля в приміщеннях закладу). Із огляду на ці причини пошук автомодального рівняння останнім часом починається відразу, як тільки відкривається нова область дослідження, у цьому випадку – система життєзабезпечення ГРК [10, с. 19–25].

Для апробації математичної моделі інтелектуального інженерно-технічного моделювання системи життєзабезпечення ГРК з комплексного вирішення перерахованих вище проблем пропонується підхід, який можна визначити як "інтелектуальний готельно-ресторанний комплекс" (ІГРК).

Концепція апробації ІГРК містить такі положення:

- *створення інтегрованої системи управління ГРК* – системи з можливістю забезпечення комплексної роботи всіх інженерних систем будівлі: освітлення, опалення, вентиляції, кондиціонування, водопостачання, контролю доступу та багатьох інших безпекових систем;
- *передача функцій контролю та прийняття рішень підсистемам інтегрованої системи управління комплексом без задіяння обслуговуючого персоналу ГРК*. У ці підсистеми закладено "інтелект" ГРК, тобто реагування на зміну параметрів датчиків системи та інші події типу позаштатних ситуацій;
- *реалізація механізму негайного відключення і у разі необхідності передачі управління працівникам будь-якою підсистемою ІГРК*. Разом із цим інженери повинні мати зручний доступ до управління та відображення всіх підсистем і частин ІГРК;

- забезпечення коректної роботи окремих підсистем у разі неполадок у загальній керуючій системі або інших частинах системи;
- мінімізація вартості обслуговування і модернізації систем ГРК, що має забезпечуватися застосуванням загальних стандартів у побудові підсистем, автоматичне конфігурування та виявлення нових пристроїв і модулів при їх приєднанні до системи;
- наявність у ГРК комунікаційного середовища для підключення пристроїв і модулів систем. Разом із цим надається можливість використання в системі управління різних типів фізичних каналів: слабкострумівих і силових ліній, радіоканалів, оптиковолоконних і нейромереж, які покладено в основу комунікаційного середовища.

Практичну складову реалізації інтелектуального моделювання покладено в основу апробації функціонування дистанційних сенсорних контролерів системи прямого цифрового керування *DDC (Direct Digital Control)*, які керують локальними об'єктами ГРК: установками мережевої кліматизації, котлами, холодильними агрегатами, вентиляторами, насосами, елементами теплових і освітлювальних мереж, конвекторами, пристроями управління допуском тощо. Об'єктні дистанційні сенсорні контролери обслуговують обмежену кількість системних входів/виходів і здебільшого розміщені поблизу керованого об'єкта та належних до нього кінцевих датчиків. Таким чином, контролер може використовувати сигнали, що надходять від локальної аналогової мережі.

Розміщені в ГРК дистанційні сенсорні контролери сучасної системи *DDC* також реалізують власні програми управління у разі втрати зв'язку з іншими складовими системи та головною базою даних. При відновленні зв'язку правильно сконфігурована система повинна автоматично відновити як центральну, так і локальну базу даних контролера.

Істотною властивістю програмованих систем *DDC* є їхня здатність перепрограмування в режимі реального часу без необхідності тимчасового відключення контролерів. Додаткова перевага – автоадресація контролерів у діючій мережі надає можливість легко перебудувати або модифікувати систему її тимчасового відключення.

Очевидно, що різні підсистеми ГРК також відповідають певним стандартам незалежно від їх інтегрованості. Усі сучасні розвинені системи контролю за функціонуванням систем життєзабезпечення мають інтерфейси для електронного управління, тому в розробці засобів для їхньої інтеграції не виникає особливих труднощів. Проблема в тому, що виробники цього обладнання не розраховують підключення його до мережі волоконної оптики. У результаті спроби перевести охоронну або пожежну сигналізацію на траси сенсорних кабельних систем вступають у протиріччя з концепцією універсальної проводки.

Під час впровадження інтелектуальної системи не виключається виникнення технологічного конфлікту відкритих стандартів на мережі

контролю та управління різними пристроями. На сьогодні досить поширеними є два стандарти: *BACNet* і *LonWorks*. Стандарт *BACNet* – *Building Automation Control Network* – "протокол для мереж контролю та автоматизації будівель" запропонований Американським товариством інженерів опалення, охолодження і повітряного кондиціонування *ASHRAE*, прийнятий *ANSI* і має індекс 135-1995. Стандарт передбачає використання програмованих сенсорних дистанційних контролерів. Вони можуть бути об'єднані в мережу за допомогою різних комп'ютерних середовищ. Отже, контролери є проміжною ланкою між будь-якими пристроями, до яких вони підключаються за нестандартними інтерфейсами. Зв'язок між контролерами й системою управління здійснюється із загальної мережі. Мережі ІГРК відповідають цьому стандарту, можуть ефективно використовуватися для побудови інтегрованої системи управління, оскільки забезпечують низку умов функціонування пристроїв у такій системі, як невеликий обсяг переданих даних, необхідність синхронізації усіх пристроїв під час функціонування, необхідність взаємодії між кількома пристроями безпосередньо.

Для запобігання можливим позаштатним ситуаціям запропоновано впровадити інтелектуальну технологію керування системами життєзабезпечення *Fieldbus*, яка уможливорює поєднання декількох пристроїв за допомогою лише двох з'єднувальних кабелів. Це істотно спрощує схеми з'єднання, а також дає можливість знизити загальні експлуатаційні витрати системи і забезпечує більшу зручність у роботі: чим менше кабелів використовується при підключенні пристроїв, тим менше встановлюється запобіжників і розподільних щитків. Підключення декількох пристроїв до однієї шини дає змогу також суттєво зменшити кількість необхідних пристроїв введення/виведення, керуючих пристроїв і електронних модулів.

Доцільність застосування відповідної технології зумовлена необхідністю обслуговування гетерогенних інформаційно-технологічних середовищ, коли підтримується багатоплатформність на всіх рівнях: різні комп'ютери (мейнфрейми, сервери, робочі станції, персональні комп'ютери), операційні системи, система управління базами даних, мережеве обладнання від різноманітних фірм-виробників і різного рівня інтелектуальності тощо.

Ґрунтуючись на наданих рівнях сервісу, створюється останній рівень, в якому всі аспекти управління інфраструктурою ІГРК базуються на єдиній системі, що виконує різноманітні функції, до яких входять: пожежна сигналізація, управління параметрами середовища, контроль доступу в ГРК, сигналізація зламу, управління ліфтами, дистанційне спостереження, реєстрація часу перебування, управління освітленням, контроль за використанням електричної енергії, опалення, вентиляція, підтримання мікроклімату.

Окрім виконання інтелектуальних, на систему покладено функції управління інформаційною інфраструктурою ГРК: контроль за доступом до інформації, продуктивністю, технологічне управління безпекою, робочим навантаженням, подіями-проблемами, бізнес-додатками, трансфером даних, web-серверами, мережею, контроль за відображенням і підтримкою бізнес-процесів, автоматизоване управління зберігання даних, розсилання програмного забезпечення та звітів, керування чергами й пристроями друку.

Фізична реалізація системи являє собою програмний модуль, що складається з декількох комп'ютерів, об'єднаних локальною хмарною мережею *Intranet*, до яких за допомогою послідовного інтерфейсу приєднуються функціональні пристрої. Для того щоб інстальювати пристрої, що виконують різні функції в інтегрованій системі, їх алгоритми роботи імітуються на програмному рівні. Апаратурно всі пристрої ідентичні й надають однакові функції. На наведеній нижче схемі системи (рис. 3) зображено структуру підключення і взаємодії частин інтелектуальної системи.

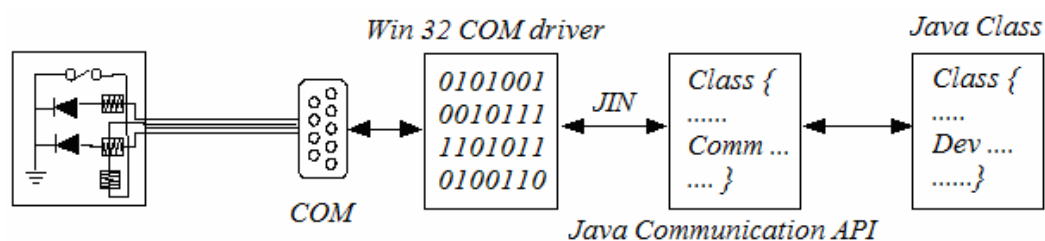


Рис. 3. Програмні модулі інтелектуальної нейромережі ГРК

Відповідна схема складається з модулів *Win32 COM driver*, які імітують роботу пристроїв *COM*, підключених до інтегрованої системи *Class* та *Dev*. Кожен модуль складається з комп'ютера, підключеного до нього через інтерфейс *RS-232*, та модуля *JNI*. Комунікаційне середовище інтегрованої системи також імітується на цих комп'ютерах мовою *Java*.

Працездатність створеної інтелектуальної моделі системи життєзабезпечення перевірялася на базі розроблених алгоритмічних засобів СКІБ2. Створені три інтелектуальні моделі пристроїв, які підключаються до моделі інтегрованої інтелектуальної системи управління, розгорнуто й налаштовано інтелектуальну модель інтегрованої системи управління, встановлено модуль віддаленого доступу до системи через Інтернет. За допомогою віддаленого комп'ютера, підключеного до мережі Інтернет, проведено тест із керування пристроями за допомогою інтернет-браузера в ГРК "Козацький шлях" (м. Київ). Отримано позитивні результати й підтверджено правильність функціонування інтелектуальної моделі системи життєзабезпечення пілотного ГРК.

Висновки. За результатами досліджень виявлено можливості побудови сучасної інтелектуальної системи управління ГРК із віддаленим управлінням через Інтернет. При формулюванні концепції інтелектуальної системи управління ГРК викладено основні вимоги й характеристики щодо реалізації, які технологічно задовольняють вимогам концепції інтелектуального ГРК в інтегрованих системах управління цього комплексу. У рамках відповідних стандартів вони забезпечують виконання всіх вимог інтелектуального інженерно-технічного моделювання, маючи при цьому безсумнівні переваги: ґрунтовне опрацювання таких систем численними розробниками, наявність відкритих стандартів, підтримуваних багатьма розробниками, економічну вигоду для їх користувачів.

Вирішено актуальне завдання щодо дослідження аналітичних властивостей інтелектуальних моделей – розв’язання системи двох нелінійних диференціальних рівнянь третього порядку, зумовлене прямим і зворотним перетвореннями Беклунда вищого аналога другого рівняння Пенлеве.

Отже, перспективним є напрям наукового аналітичного моніторингу функціонування інтелектуальної системи в різних ГРК України з урахуванням факторів різного ступеня технологічності й сучасності відповідних підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Бейлі К.* Математика і нові системні теорії. До теорії теоретичного аналізу : монографія / К. Бейлі (репринт укр. мовою). — Нью Йорк : Джей, 1994. — 912 с.
2. *Малюта А. Н.* Инвариантное моделирование : курс лекций / А. Н. Малюта. — Чернигов : Десна, 1999. — Ч. 1. — 89 с.
3. *Малюта А. Н.* Гиперкомплексные динамические системы : монографія / А. Н. Малюта. — Львов : Вышш. шк., 1989. — 200 с.
4. *Airault H.* Rational solutions of Painleve' equations / H. Airault // Stud. Appl. Math. — 1979. — Vol. 61. — P. 31—53.
5. *Абловиц М.* Солитоны и метод обратной задачи : монографія / М. Абловиц, Х. Сигур. — М. : Мир, 1987. — 479 с.
6. *Кудряшов Н. А.* Аналитическая теория нелинейных дифференциальных уравнений : монографія / Н. А. Кудряшов. — М. : Наука и мир, 2002. — 304 с.
7. *Ньюэлл А.* Солитоны в математике и физике : монографія / А. Ньюэлл. — М. : Мир, 1989. — 328 с.
8. *Громак В. И.* Обобщенное второе управление Пенлеве четвертого порядка / В. И. Громак, Л. Л. Голубева // Весці НАН Беларусі. — Мінск : Навука, 2004. — Вип. 12. — С. 23—32. — Серія фіз.-мат. навук.
9. *Баренблатт Г. И.* Подобие, автомодельность, промежуточная асимптотика : монографія / Г. И. Баренблатт. — Л. : Гидрометиздат, 1982. — 255 с.
10. *Федоров І. С.* Скільки поверхів у інтелектуальній будівлі / І. С. Федоров // БОСС. Бізнес: організація, стратегія, системи. — 1999. — № 22. — С. 19—25.

Стаття надійшла до редакції 15.01.2015.

Shapoval S., Shevchenko R. Engineering and technical modeling of the support system of hotel and restaurant complex.

Background. Hotel and Restaurant Complex (HRC) is a system of administrative, industrial or residential buildings, consisting of subsystems that provide certain functions (electricity, running water, climate control). The functioning problems gained relevance during the operation of large modern hotel and restaurant complex. They are expanding and getting more complicated all the time and must be intellectually managed.

The aim of the scientific work is to develop the methodology of intellectual modeling, that includes basic principles of the system level that is applicable to the HRC facilities. On the methodological level we aimed to identify the instruments to develop and analyze system models of complex HRC facilities, forecast outdated, testing these models in electronic computing machine interpretation.

Material and methods. Intellectual engineering and technological simulation method combines many known methods and offers enough opportunities for free expression personification, however, sets certain limits to particular set of key characteristics. A set of these characteristics is regarded as an invariant. System invariant implies such universal system of characteristics that must necessarily be in any hotel and restaurant business. Specific values of these invariants for different HRC systems may be different, that causes their necessity at modeling level.

Levels of implementing a formal system in Hyper dynamic system: verbal, symbolic, algorithmic and computer-algorithmic implementation of "language", which is a set of axiomatic basis of "system language" within the methodology of invariant (predictive) modeling.

With this formal system a number of challenges are solved relating to operation of functioning support of large hotel and restaurant complexes, namely adequate reflection and description of the HRB facilities; situational analysis and forecasting of state and running HRC objects.

Results. The mathematical concept of intelligent engineering and technological modeling of the functioning support of hotel and restaurant complex has been developed. Among the proposed solutions are the equations that describe the functioning support system of hotel and restaurant complex in the form of partial derivatives that are subject to certain combinations of independent variables (environmental, social and technological sphere) and, therefore, satisfy certain ordinary differential equation (ODE hereinafter). Its solution is defined by peculiarity and by interpreted auto modal decisions. It should be noted that ODE is understood both as one ordinary differential equations and system of equations.

The practical component of implementation of intellectual modeling is a basis of the functioning of remote sensor controllers of direct digital control system DDC (Direct Digital Control), which controls the local objects of IHRC: conditioning network units, boilers, refrigeration units, fans, pumps, heating elements and lighting networks, convectors, access control devices and so on. Object distance sensor controllers serve a limited number of system I / O and are mostly located near the controlled object and belonging to it end sensors. Thus, the controller can use the signals coming from the local analog network.

Conclusion. The study has revealed the possibility of building a modern intellectual control system with remote control over the Internet. In formulating the concept of intelligent management system the basic requirements and specifications for its implementation were included, that technologically meet the requirements of the concept of intellectual HRC integrated management systems of this complex. Under the relevant standards, they provide all requirements of engineering and technological modeling, while keeping clear advantages: a thorough study of such systems by numerous developers, availability of open standards, the economic benefits for their users.

Keywords: intellectual modeling, auto modal solutions, differential equation, inverse problem, hotel and restaurant complex.

REFERENCES

1. *Bejli K.* Matematika i novi systemni teorii'. Do teorii' teoretychnogo analizu : monografija / K. Bejli (reprint ukr. movoju). — N'ju Jork : Dzhej, 1994. — 912 s.
2. *Maljuta A. N.* Invariantnoe modelirovanie : kurs lekcij / A. N. Maljuta. — Chernigov : Desna, 1999. — Ch. 1. — 89 s.
3. *Maljuta A. N.* Giperkompleksnyje dinamicheskie sistemy : monografija / A. N. Maljuta. — L'vov : Vyssh. shk., 1989. — 200 s.
4. *Airault H.* Rational solutions of Painleve' equations / H. Airault // Stud. Appl. Math. — 1979. — Vol. 61. — P. 31—53.
5. *Ablovic M.* Solitony i metod obratnoj zadachi : monografija / M. Ablovic, H. Sigur. — M. : Mir, 1987. — 479 s.
6. *Kudrjashov N. A.* Analiticheskaja teorija nelinejnyh differencial'nyh uravnenij : monografija / N. A. Kudrjashov. — M. : Nauka i mir, 2002. — 304 s.
7. *N'jujell A.* Solitony v matematike i fizike : monografija / A. N'jujell. — M. : Mir, 1989. — 328 s.
8. *Gromak V. I.* Obobshhennoe vtoroe upravlenie Penleve chetvertogo porjadka / V. I. Gromak, L. L. Golubeva // Vesci NAN Belarusi. — Minsk : Navuka, 2004. — Vyp. 12. — S. 23—32. — Serija fiz.-mat. navuk.
9. *Barenblatt G. I.* Podobie, avtomodel'nost', promezhutochnaja asimptotika : monografija / G. I. Barenblatt. — L. : Gidrometizdat, 1982. — 255 s.
10. *Fedorov I. S.* Skil'ky poverhiv u intelektual'nij budivli / I. S. Fedorov // BOSS. Biznes: organizacija, strategija, systemy. — 1999. — № 22. — S. 19—25.