**УДК 681.5:004.94** https://doi.org/10.31713/vt1201921

**Зубик Л. В., к.пед.н., доцент кафедри комп'ютерних наук**
(Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

# МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ ІНФОРМАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ

**Розглянуто підходи до реалізації окремих модулів у системах управління реального часу. Виконано аналіз окремих складових підсистем управління. Визначено можливі інструменти практичної реалізації моделей управління. Обґрунтовано доцільність поєднання механізмів стандартних бібліотек і середовищ в якості засобів реалізації складних систем управління. Подано рекомендації щодо використання досліджених компонент у вбудованих системах управління реального часу.**
***Ключові слова*: модель, моделювання, управління системами, інформаційні системи, системи реального часу.**

**Актуальність роботи**. Сучасні системи управління базуються на моделях різноманітної структури та складності, що включають підсистеми розпізнавання образів, класифікації об'єктів, прогнозування результатів, організації надійного зберігання даних та прийняття рішень на різних рівнях ієрархії. Нині існує значна кількість комп'ютеризованих моделей управління інформаційними системами у реальному часі. На практиці досить часто виникає потреба у комбінуванні різних складових для комп'ютерної реалізації моделі системи [1]. Вибір ефективної стратегії підтримки таких систем основується на сучасних концепціях управління [2]. Розглянутий підхід поєднує принципи адаптивності та оптимальності управління. Вбудовані системи реального часу традиційно накладають жорсткі обмеження на часові та матеріальні ресурси. Одержання ефективних рішень за умов складності описуваних процесів практично завжди зустрічається з суттєвими труднощами [3]. Метою роботи є аналіз наявних інструментів для практичної реалізації окремих блоків системи з ціллю формування їх оптимального набору в практичній реалізації моделей управління у системах реального часу.

**Мета дослідження** – аналіз структур систем для практичної реалізації моделей управління в адаптивних системах реального часу;

можливих варіантів взаємодії прикладних середовищ і систем; способів подання сучасних моделей; механізмів поєднання окремих компонент у моделях систем управління.

**Матеріал і результати досліджень.** Аналіз сучасних технологій дозволяє виявити кілька перспективних варіантів реалізації моделей управління в системах реального часу. Вирішення задачі організації середовища функціонування моделі може здійснюватися шляхом розробки власних інструментів для створення моделей складних систем або через застосування готових рішень.

В якості засобу, який реалізує певну модель управління, нині часто використовують NI Labview. Це досить потужне середовище, що володіє високим рівнем абстракції для вирішення різноманітних задач. Математичний пакет NI Labview забезпечує різні варіанти взаємодій середовища із зовнішніми модулями. Система Labview у цілому є достатньо компактною, не потребує віртуальних машин для роботи, тому можливість її застосування у вбудованих системах виглядає досить привабливою. Labview зазвичай використовується для збору даних, управління приладами і у промисловій автоматизації на різних операційних платформах, включаючи Microsoft Windows, UNIX, Linux та Mac OS X.

Однією з мов програмування, що заслуговує уваги, є G, від початку зорієнтована на автоматизацію використання обчислювального та вимірювального лабораторного обладнання. Частина завдань може бути реалізована на C/C++, що дозволяє використовувати для обчислень оптимізований код, і забезпечує роботу на різних платформах. Перевагою використання G є можливість прискорення виконання програмного коду за рахунок розпаралелювання процесів [4]. Найбільш привабливою виглядає можливість використання цієї мови у вбудованих системах, але такий підхід потребує додаткових досліджень.

Таким чином, за наявності різних варіантів вирішення задачі практичної реалізації систем управління реального часу, постає питання вибору інструментарію для конкретної ситуації. Виходячи з загального трактування поняття ефективності [8], інструменти для практичної реалізації моделей можна обирати за такими критеріями:

– вимоги до апаратного забезпечення;
– можливість інтеграції у вбудовані системи;
– швидкість реалізації ієрархічної моделі;
– складність апробації моделі.

Орієнтуючись на вибір за сукупністю перелічених вище критері-

їв, можна вибрати оптимальне рішення для складу системи адаптивного управління. Для встановлення значень оцінки потрібно визначити вид характеристики за конкретним критерієм, спосіб їх отримання та узагальнення для встановлення способу оцінювання різних модулів у системах реального часу – використання скриптових мов, динамічних бібліотек, засобів Labview.

Головним показником ефективності реалізації розглянутих методів є швидкість роботи окремих блоків системи. Швидкість роботи системи, записаної автентичним програмним кодом, буде суттєво залежати від часу ініціалізації відповідних інтерпретаторів чи середовища Labview.

При оцінюванні різних варіантів реалізацій систем важливо порівнювати час завантаження відповідних файлів. Якщо у системі використовується код, скомпільований у DLL, то робота полягає у завантаженні динамічної бібліотеки і пошуку в ній адреси необхідної функції. Передача моделі при використанні механізму DLL може бути реалізована за одним із двох варіантів. Перший варіант полягає у тому, що система отримує програмний код, виконує компіляцію і збірку, після чого завантажує його як динамічну бібліотеку. Зауважимо, що цей спосіб характеризується тривалим часом компіляції, навіть для невеликого програмного коду. У іншому випадку система отримує вже зібрану динамічну бібліотеку, яка відразу завантажується в її адресний простір. Вибір необхідного варіанту зазвичай здійснюється шляхом аналізу слабких місць у апаратному забезпеченні системи, при цьому увагу звертають на характеристики процесора, швидкість роботи мережі, архітектуру системи тощо. При використанні цього способу загальне навантаження на систему буде меншим: створену динамічну бібліотеку можна швидко завантажити, проте скомпільовані коди зазвичай мають більший розмір і, відповідно, створюють навантаження на мережу при передачі даних.

Для непрофесійних програмістів підготовка програм у середовищі LabVIEW значно спрощується. Система LabVIEW дозволяє здійснювати доступ до значної кількості приладів через вбудовані драйвери. Для цілої низки приладів, зокрема, розроблених National Instruments, відразу надаються готові віртуальні інструменти. Програми є незалежними від платформи, оскільки виконуються у спеціальному середовищі (англ. run-time – виконавчий). Присутня значна кількість функцій для збору даних, обчислень, генерації сигналів, аналізу тощо. Також, присутня велика кількість графічних елементів для реалізації зручного інтерфейсу користувача. У LabView є додат-

ковий програмно-текстовий компонент для проведення обчислень – MathScript. Різні частини однієї блок-діаграми можуть виконуватися паралельно.

**Висновки.** У дослідженні виконано аналіз структур систем для реалізації сучасних систем управління у реальному часі. Такі набори передбачають використання різних мов програмування (C/C++, Java, G тощо); механізму динамічно приєднуваних бібліотек та систем для збірки (Labview тощо). Використання останньої для вбудованих систем реального часу надає розробникам певні переваги за рахунок спрощення процедур компонування, організації паралельних обчислень тощо.

Дослідження окремих характеристик різних систем демонструє їх суттєві варіації та відсутність єдиного підходу. Обґрунтовано необхідність тісного поєднання структур програмного і апаратного рішень із змістом вирішуваного завдання. Формування найбільш ефективної комбінації окремих компонент щоразу вимагає попереднього всебічного оцінювання кожного з можливих варіантів. Запропоновано такі критерії оцінювання ефективності системи: розмір оперативної пам'яті, необхідний для ефективного функціонування програми; швидкість роботи програми; час на її розробку, тестування і впровадження програмного продукту.

На базі запропонованих критеріїв було встановлено, що однією з найбільш ефективних схем реалізації системи реального часу у багатьох випадках виявляється збірка, заснована на використанні системи візуального програмування Labview. Проте остаточна оцінка суттєво залежить від поставленого завдання. У розглянутих випадках акценти було розставлено на швидкості обробки даних і розмірі моделі, що є суттєвим для використання у портативних пристроях.

При виборі технологій реалізації для будь-якої системи в масштабі реального часу доцільно враховувати складність поєднання її окремих компонент на програмному та апаратному рівнях, обсяги сформованих кодів, швидкість роботи для конкретного рішення, можливість організації зберігання необхідних даних та підтримку багаторівневої схеми їх захисту, кросплатформність додатку та гнучкість системи в цілому. Подальші дослідження передбачають визначення ефективності розглянутих інструментів реалізації моделей на різних апаратно-програмних платформах.

**1.** Томашевський В. М. Моделювання систем. К. : BHV, 2005. 352 с. **2.** Жураковський Б. Ю. Побудова концептуальної моделі системи управління інфокомунікаційною мережею. *Зв'язок*. 2014. Київ : ДУТ. № 3. С. 20–24.

**3.** Моделювання складних систем : монографія / за заг. ред. Соловйова В. М. Черкаси : Брама, видавець Третяков О. М., 2015. 354 с. **4.** Яровий А. А. Методи та засоби організації високопродуктивних паралельно-ієрархічних обчислювальних систем із рекурсивною архітектурою : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2016. 363 с. **5.** Берднікова А. Л., Манжос Ю. С. Інформаційна технологія моделювання складних систем. *Обробка інформації в складних технічних системах*. *Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»*. Харків. С. 2–7. **6.** Войтович І. Д., Корсунський В. М. Інтелектуальні сенсори. Київ : Інститут кібернетики НАН України, 2007. 513 с. **7.** Гутак О. В., Головата Ю. Б., Копистинський Л. О., Семенцов Г. Н. Сучасний підхід до побудови систем оптимального керування технологічними комплексами у нафтогазовій галузі промисловості. *Нафтогазова енергетика*. ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ. 2013. № 2(20). С. 117–127. **8.** Череп А. В., Стрілець Є. М. Ефективність як економічна категорія. *Ефективна економіка*. Дніпропетровськ : Дніпропетровський аграрно-економічний університет. 2013. № 1 URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1727 (дата звернення: 01.06.2019). **9.** Куликов С. С. Тестирование программного обеспечения. Базовый курс. Минск : Черыре четверти, 2017. 312 с. **10.** Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. Введение. М. : ЛКИ, 2008. 354 с. **11.** Погромська Г. С. Моделювання складних систем на основі визначення базових принципів аутопойезису. *Комп'ютерні технології* : наукова праця. Вип. 275. Т. 287. С. 93–99. **12.** Створення мікроелектронних датчиків нового покоління для інтелектуальних систем : монографія / Я. І. Лепіх, Ю. О. Гордієнко, С. В. Дзядевич, А. О. Дружинін та ін. Одеса : Астропринт, 2010. 296 с. **13**. Сухоруков А. І., Харазішвілі Ю. М. Моделювання та прогнозування соціально-економічного розвитку регіонів України : монографія. К. : НІСД, 2012. 368 с.

## REFERENCES:

**1.** Tomashevskyi V. M. Modeliuvannia system. K. : BHV, 2005. 352 c. **2.** Zhurakovskyi B. Yu. Pobudova kontseptualnoi modeli systemy upravlinnia infokomunikatsiinoiu merezheiu. *Zviazok*. 2014. Kyiv : DUT. № 3. S. 20–24. **3.** Modeliuvannia skladnykh system : monohrafiia / za zah. red. Soloviova V. M. Cherkasy : Brama, vydavets Tretiakov O. M., 2015. 354 s. **4.** Yarovyi A. A. Metody ta zasoby orhanizatsii vysokoproduktyvnykh paralelno-iierarkhichnykh obchys-liuvalnykh system iz rekursyvnoiu arkhitekturoiu : monohrafiia. Vinnytsia : VNTU, 2016. 363 s. **5.** Berdnikova A. L., Manzhos Yu. S. Informatsiina tekhnolohiia modeliuvannia skladnykh system. Obrobka informatsii v skladnykh tekhnichnykh systemakh. Natsionalnyi aerokosmichnyi universytet im. M.Ie. Zhukovskoho «KhAI». Kharkiv. S. 2–7. **6.** Voitovych I. D., Korsunskyi V. M. Intelektualni sensory. Kyiv : Instytut kibernetyky NAN Ukrainy, 2007. 513 s. **7.** Hutak O. V., Holovata Yu. B., Kopystynskyi L. O., Sementsov H. N. Suchasnyi pidkhid do pobudovy system optymalnoho keruvannia tekhnolohichnymy

kompleksamy u naftohazovii haluzi promyslovosti. *Naftohazova enerhetyka*. IFNTUNH, m. Ivano-Frankivsk. 2013. № 2(20). S. 117–127. **8.** Cherep A. V., Strilets Ye. M. Efektyvnist yak ekonomichna katehoriia. Efektyvna ekonomika. Dnipropetrovsk : Dnipropetrovskyi ahrarno-ekonomichnyi universytet. 2013. № 1 URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1727 (data zvernennia: 01.06.2019). **9.** Kulikov S. S. Testirovanie prohrammnoho obespecheniia. Bazovyi kurs. Mynsk : Cheryre chetverti, 2017. 312 s. **10.** Nikolis H., Prihozhin I. Poznanie slozhnoho. Vvedenie. M. : LKY, 2008. 354 s. **11.** Pohromska H. S. Modeliuvannia skladnykh system na osnovi vyznachennia bazovykh pryntsypiv autopoiezysu. *Kompiuterni tekhnolohii* : naukova pratsia. Vyp. 275. T. 287. S. 93–99. **12.** Stvorennia mikroelektronnykh datchykiv novoho pokolinnia dlia intelektualnykh system : monohrafiia / Ya. I. Lepikh, Yu. O. Hordiienko, S. V. Dziadevych, A. O. Druzhynin ta in. Odesa : Astroprynt, 2010. 296 s. **13.** Sukhorukov A. I., Kharazishvili Yu. M. Modeliuvannia ta prohnozuvannia sotsialno-ekonomichnoho rozvytku rehioniv Ukrainy : monohrafiia. K. : NISD, 2012. 368 s.

Рецензент: д.т.н., професор Турбал Ю. В. (НУВГП)

---

**Zubyk L. V., Candidate of Pedagogic Sciences (Ph.D),**
**Associate Professor, Department of Computer Science** (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

## MODELLING OF MANAGEMENT BY COMPLEX INFORMATION SYSTEMS IN REAL TIME

**Approaches to realization of separate modules in real-time control systems were considered. The analysis of separate components of management subsystems was executed. Possible tools for practical implementation of management models were determined. The expediency of combining the mechanisms of standard libraries and environments as the means of implementation of complex control systems was substantiated. Recommendations for using the investigated components in embedded real-time management systems were provided.**
***Keywords*: model, modeling, system management, information systems, real-time systems.**

---

**Зубик Л. В., к.пед.н., доцент кафедры компьютерных наук**
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

## МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

**Рассмотрены подходы к реализации отдельных модулей в системах управления реального времени. Выполнен анализ отдельных составляющих подсистем управления. Определены возможные инструменты практической реализации моделей управления. Обоснована целесообразность сочетания механизмов стандартных библиотек и сред в качестве средств реализации сложных систем управления. Даны рекомендации по использованию исследованных компонент во встроенных системах управления реального времени.**
***Ключевые слова:*** **модель, моделирование, системное управление, информационные системы, системы реального времени.**

---