

А.А. Коваленко<sup>1</sup>, Г.А. Кучук<sup>2</sup><sup>1</sup> Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків<sup>2</sup> Національний технічний університет "ХПИ", Харків

## СУЧАСНИЙ СТАН ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Аналізуються сучасне базове технічне та програмне забезпечення комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування. Сформульовано загальні вимоги до комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування та їх компонент. Визначені тенденції розвитку та існуючі потреби комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування.

**Ключові слова:** комп'ютерна система об'єкт критичного застосування.

### Вступ

У сучасній Українській державі переважна більшість об'єктів критичного застосування (ОКЗ) включає до свого складу комп'ютерні системи (КС) у якості одного з найголовніших та найкритичніших компонентів. Їхня інформаційна складова призначена для отримання, обробки, зберігання, передачі, відображення, реєстрації даних про стан та (або) функціонування систем та елементів конструкції ОКЗ [1]. Управляюча складова, в свою чергу, призначена для ініціювання спрацювання технологічних систем при порушенні заданих проектних меж або умов експлуатації та (або) безпосереднього впливу на технологічне обладнання з метою зміни стану або функціонування ОКЗ [2].

КС призначені для виконання певного набору основних та допоміжних функцій, в залежності від призначення КС. Серед основних інформаційних

функцій можна виділити наступні: функції моніторингу, функції архівування результатів моніторингу, функції відображення та сигналізації, функції реєстрації. До основних управляючих функцій можна віднести: функції регулювання, функції дискретного управління, функції обмеження, функції захисту, функції блокування [3]. Серед додаткових варто виділити допоміжні та сервісні функції. На сьогодні існуючі КС можуть бути поділені на такі [4]:

- системи нормальної експлуатації: виконують зазначені інформаційні функції та (або) управляючі функції;

- системи безпеки: виконують функції запобігання переростанню аварійної ситуації в аварію та поверненню ОКЗ до контрольованого стану.

Структурно, до складу КС входять усі компоненти, що є необхідними для реалізації вказаних основних та додаткових функцій. В загальному випадку, такими компонентами є такі (рис. 1):

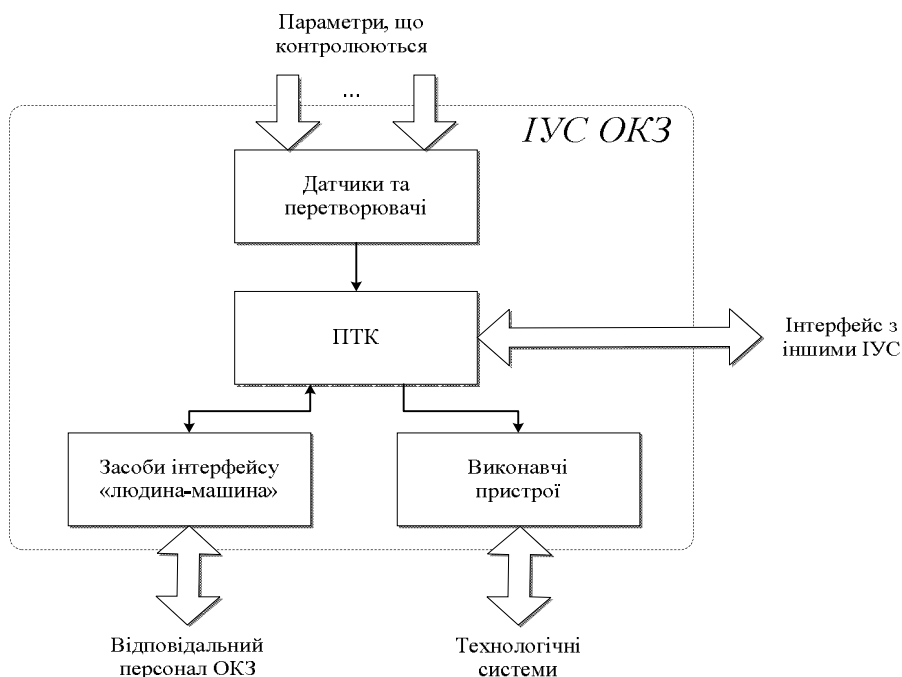


Рис. 1. Структурна схема комп'ютерної системи об'єкту критичного застосування

- програмно-технічний комплекс (ПТК), що формує центральну частину КС;
- датчики і перетворювачі;
- засоби інтерфейсу «людина-машина»;
- з'єднувальні кабелі;
- допоміжні вироби;
- сервісне обладнання;
- програмне забезпечення (ПЗ);
- виконавчі пристрої.

Окрім того, як правило, кожна КС є унікальною, тобто її призначено для конкретного ОКЗ і її не може бути повторено без змін для інших об'єктів критичного застосування.

Отже, метою статті є проведення аналізу сучасного стану та визначення тенденції розвитку комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування.

## **1. Базове Hardware комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування**

Основним компонентом базового апаратного забезпечення сучасних комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування є програмно-технічний комплекс, що являє собою сукупність технічних засобів, які поставляються комплектно разом з програмним забезпеченням, необхідним сервісним устаткуванням та експлуатаційною документацією. програмно-технічний комплекс реалізує усі основні і додаткові функції КС [5].

З метою підвищення надійності передбачається декілька каналів в рамках одного ПТК, або декілька ПТК в одній КС ОКЗ, які одночасно і незалежно приймають участь в реалізації основних функцій та взаємно резервують один одного. Кожен з таких ПТК виконаний у виді сукупності експлуатаційно-автономних складових частин, що з'єднуються на місці експлуатації каналами зв'язку під управлінням власного вбудованого програмного забезпечення.

До основних функцій базового апаратного забезпечення можна віднести наступні:

- приймання і перетворення в цифрову форму сигналів від периферійних пристроїв;
- приймання повідомлень від інших ПТК;
- обробка прийнятої інформації і генерація команд управління;
- формування і видача управляючих сигналів на виконавчі пристрої;
- діагностика стану власного і сполученого обладнання;
- архівація, відображення та реєстрація поточної і ретроспективної інформації;
- підготовка та видача повідомлень для інших ПТК.

Окрім ПТК, до базового апаратного забезпечення можна також віднести допоміжне та сервісне обладнання, тобто усі периферійні пристрої КС ОКЗ.

Вони також є функціонально та конструктивно завершеними виробами, що виконують порівняльно прості функції та забезпечують сполучення комп'ютерних систем з технологічними системами, обладнанням та персоналом.

Експлуатаційно-автономні частини ПТК разом з зазначеним апаратним забезпеченням з'єднуються безпосередньо на місці експлуатації.

## **2. Базове Software комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування**

Програмне забезпечення комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування інтерпретується як сукупність програм, що знаходяться в постійній пам'яті ПТК і усіх «інтелектуальних» периферійних компонентів, а також сервісних програм для налагодження та перевірки КС і її компонентів. Усі компоненти зазначеного ПЗ мають незалежні процеси розробки. ПЗ комп'ютерних систем ОКЗ є її невід'ємною частиною [6. 7].

Системне програмне забезпечення складається з наступних двох компонентів:

- операційне програмне забезпечення, тобто програм, які безпосередньо виконуються в процесі роботи системи: драйвери, сервіси вводу-виводу, комунікаційні драйвери, програми управління перериваннями, програми планування завдань, програми оперативної діагностики, управління надмірністю і поступовою деградацією при відмовах, бібліотеки прикладних програм;

- програмне забезпечення підтримки (або інструментальне програмне забезпечення), тобто програм, які використовуються під час розробки, випробувань або обслуговування операційного ПЗ і апаратного забезпечення:

- компілятори,
- генератори кодів,
- симулятори,
- програми автономного тестування,
- програмні утіліти.

Схему взаємодії апаратних засобів та програмного забезпечення комп'ютерних систем ОКЗ наведено на рис. 2.

Протягом останніх років набуває популярності тренд втілення функціональної декомпозиції, коли складні системні функції розподіляються на ряд істотно простіших, що реалізуються на базі програмованих електронних пристроїв. Водночас використовується структурна декомпозиція, що передбачає участь у виконанні однієї функції декількома послідовно або паралельно підключеними програмованими електронними пристроями.

Це, у свою чергу, призводить до децентралізованого управління та часткової або повної відмови від центральної ЕОМ управління.



Рис. 2. Схема взаємодії апаратних засобів та ПЗ КС ОКЗ

### 3. Загальні вимоги до комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування та їх компонент

Вимоги до сучасних КС ОКЗ регламентуються на світовому та національному рівнях у формі галузевих стандартів, норм та правил. Можна виділити наступні групи вимог [7]:

- функціональні вимоги;
- вимоги до надійності виконання функцій;
- вимоги до стійкості виконання функцій;
- вимоги до якості функціонування;
- вимоги до незалежності функцій, що виконуються;
- вимоги до видів забезпечення;
- вимоги до оцінки та підтвердження відповідності;
- вимоги до експлуатації.

Функціональні вимоги формують профіль вимог, що стосуються функцій контролю і управління процесом для забезпечення безпеки, а також функцій забезпечення функціонування ОКЗ у експлуатаційних режимах.

Вимоги до надійності виконання функцій націлено на прийняття заходів щодо запобігання і захисту від відмов системи з загальної причини, тобто одночасних відмов з однієї причини двох або більше елементів в різних резервованих частинах КС ОКЗ, результатом яких може бути небезпечна відмова КС ОКЗ. Відповідні вимоги формують профіль, який складається із вимог дотримання принципів одиничної відмови, резервування, різноманітності, запобі-

гання помилок персоналу, захисту від несанкціонованого доступу, вимог до показників надійності та вимог до технічного діагностування.

Вимоги до стійкості виконання функцій регламентують профіль вимог до несприйнятливості (стійкості) до зовнішніх факторів впливу. В загальному випадку це такі:

- температура, вологість, тиск, іонізуюче випромінювання, корозійно-активні агенти, пил;
- вібрація, удари, землетруси;
- електричні поля постійного току й токів промислової частоти;
- рідинам та газам, що можуть мати вплив під час аварій;
- змінам та відхиленням електроживлення;
- електромагнітним процесам від іншого обладнання.

Вимоги до якості функціонування формують відокремлений профіль, у якому можна виділити наступні групи: вимоги до точності, вимоги до часових характеристик, вимоги до інтерфейсу «людина-машина», вимоги до щитів управління.

Множину вимог до незалежності функцій, що виконуються, можна звести до наступних груп: забезпечення незалежності, допустимої емісії завад, забезпечення пожежної безпеки.

Вимоги до видів забезпечення відносяться до наступних компонентів КС ОКЗ: ПЗ (функції, структури, елементи; діагностування та самоконтроль; захист від відмов, спотворень, непередбачуваних дій; процес розробки), інформаційне забезпечення (внутрішня та зовнішня бази даних).

Вимоги до оцінки та підтвердження відповідності мають на меті формування адекватних та повних перевірок працездатності і відповідності певним характеристикам на усіх стадіях життєвого циклу КС ОКЗ. Це включає наступні аспекти: апробацію технічних рішень і компонентів, кваліфікацію обладнання, верифікацію ПЗ, валідацію системи, приймальний контроль виробів та випробування при вводі в експлуатацію системи. Вимоги до експлуатації покривають наступне: перевірки та технічне обслуговування, відновлення та ремонт, внесення змін та модернізацію. Останнім часом також спостерігається неухильна тенденція до значного посилення багатьох груп проаналізованих вимог. В значній мірі це стосується посилення вимог до часу реакції КС ОКЗ на події, пов'язані з об'єктом контролю.

#### 4. Тенденції розвитку комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування

Одним з найпоширеніших трендів щодо розвитку КС ОКЗ та відповідних КС є впровадження нових технологій, які мають безперечні переваги без зниження надійності в цілому. Застосування нових технологій диктується не лише вимогами покращення функцій управління і захисту, а також необхідністю задовольнити такі потреби [7]:

- моніторинг стану;
- моніторинг охорони;
- датчики, що є стійкими до важких навколишніх умов;
- складні електронні компоненти.

В найближчу декаду, КС ОКЗ отримають найбільш стрімкий розвиток в атомній енергетиці, обробній і хімічній промисловості та слідуватимуть наступним тенденціям: розвинуті корпоративні інформаційні системи, бездротова передача даних, інформаційна безпека, широке застосування тренажерів.

З іншого боку, стрімкий розвиток КС ОКЗ повинен підкріплюватися діяльністю, направленою на забезпечення виконання функцій важними для безпеки

системами, структурами і компонентами. Це, в свою чергу, вимагає посилення кваліфікації обладнання, забезпечення якості і забезпечення надійності.

### Висновки

У статті проаналізоване сучасне базове технічне та програмне забезпечення комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування. На основі аналізу сформульовано загальні вимоги до комп'ютерних систем об'єктів критичного застосування та їх компонент. Визначені тенденції розвитку та існуючі потреби аналізованих комп'ютерних систем.

### Список літератури

1. Системы управления и защиты ядерных реакторов / Под ред. М.А. Ястребенецкого. – К.: Основа-Принт, 2011. – 768 с.
2. Ястребенецкий М.А. Безопасность атомных станций. Информационные и управляющие системы / М.А. Ястребенецкий, В.Н. Васильченко, С.В. Виноградская и др. – К.: Техніка, 2004. – 470 с.
3. Харченко В.С. Новые информационные технологии и безопасность информационно-управляющих систем АЭС / В.С. Харченко, М.А. Ястребенецкий, В.В. Скляр // Ядерная и радиационная безопасность. – 2003. - № 2. – С. 19-28.
4. Ястребенецкий М.А. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами / М.А. Ястребенецкий, Г.М. Иванова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 264 с.
5. Рубан І.В. Концептуальний підхід до синтезу структури інформаційно-телекомунікаційної мережі / І.В. Рубан, Г.А. Кучук, О.П. Давікоза // Системи обробки інформації. — 2013. — № 7. — С. 106-112.
6. Кучук Г.А. Методика синтезу інформаційної технології управління мережевим трафіком / Г.А. Кучук, В.В. Косенко, О.П. Давікоза, С.А. Калкаманов // Системи управління, навігації та зв'язку, 2013, вип. 2(26) – С.138-143.
7. Kuchuk, G., Kharchenko, V., Kovalenko, A. and Ruchkov E. (2016), "Approaches to Selection of Combinatorial Algorithm for Optimization in Network Traffic Control of Safety-Critical Systems", *Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2016)*, pp. 384–389.

Надійшла до редколегії 28.12.2017

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. К.С. Козелкова, Державний університет телекомунікацій, Київ.

#### СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

А.А. Коваленко, Г.А. Кучук

*Анализируются современное базовое техническое и программное обеспечение компьютерных систем объектов критического применения. Сформулированы общие требования к компьютерным системам объектов критического применения и их компонент. Определены тенденции развития и существующие потребности компьютерных систем объектов критического применения.*

**Ключевые слова:** компьютерная система объект критического применения.

#### THE MODERN STATE AND TRENDS OF DEVELOPMENT OF COMPUTER SYSTEMS OBJECTS OF CRITICAL APPLICATION

A.A. Kovalenko, H.A. Kuchuk

*The modern basic technical and software of computer systems of objects of critical application are analyzed. The general requirements for computer systems of objects of critical application and their components are formulated. The development tendencies and existing needs of computer systems of objects of critical application are determined.*

**Keywords:** computer system object of critical application.