

# КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ, СИСТЕМИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

УДК 681.5

## АНАЛІЗ ОСНОВНИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ КЕРУВАННЯ В АСКТП

Радченко С. С., Фурман І. О., Тимчук С. О.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка*

*Розглянуто основні методи і засоби підвищення надійності керування в АСКТП.*

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день у зв'язку з підвищенням масштабів і складності проєктованих автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСКТП), усе більш гостро встає проблема забезпечення їх надійності. Особливо це характерно для АСКТП відповідального цільового призначення, наприклад, для систем автоматизації технологічних об'єктів критичного застосування (об'єктів підвищеного ступеня небезпеки).

Автоматизовані системи в цілому, а також окремі підсистеми, які в них входять, блоки і т.д. зможуть виконувати покладені на них функції тільки в тому випадку, якщо вони мають властивість збереження працездатності протягом заданого інтервалу часу в певних умовах експлуатації, тобто якщо мають необхідну безвідмовність.

Ефективність і якість функціонування АСКТП суттєво залежать від вірогідності вихідної інформації та значень, які були отримані в результаті обробки. Необхідна вірогідність інформації в АСКТП забезпечується вибором ефективних систем контролю й виправлення помилок на всіх етапах обробки й зберігання даних, оптимізацією структур їх зберігання. Розробка й експлуатація АСКТП, що забезпечують максимальний або заданий рівень вірогідності даних в умовах обмежених ресурсів, являє собою комплексну проблему, що включає в себе наступні завдання: розробка методів аналізу систем обробки даних з погляду вірогідності, розробка методів синтезу оптимальних за обраними критеріями ефективності систем контролю й виправлення помилок, розробка оптимальних технологій обробки даних при експлуатації АСКТП.

Вимоги до вірогідності інформації на сьогоднішній день є обов'язковим для будь-яких АСКТП. Існує достатня кількість документів у різних галузях, які регламентують основні методи контролю вірогідності. Показання датчиків, на основі яких приймаються рішення з керування системою, повинні бути максимально достовірними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз відомих публікацій в галузі дослідження надійності та достовірності роботи АСКТП показує, що в основному діагностика роботи АСКТП реалізується використанням дискретних методів обробки інформації [3]. Це дозволяє розширити можливості контролю і діагностики за рахунок використання обчислювальних засобів ПЛК і підвищити характеристики надійності.

**Мета статті** – аналіз основних методів та засобів підвищення надійності керування в АСКТП.

**Основні матеріали досліджень.** Для забезпечення й підтримки в процесі експлуатації необхідної безвідмовності систем необхідно вживання спеціальних заходів. Основні з них:

- спрощення структурних схем окремих пристроїв і системи в цілому;
- застосування високонадійних елементів з гарантованою безвідмовністю;
- зниження навантаження елементів і стабілізація умов експлуатації апаратури;
- застосування структурної надмірності (резервування) пристроїв і елементів.

На рис. 1 представлена загальна класифікація методів і засобів забезпечення надійності сучасних АСКТП у широкому розумінні терміну надійність, тобто з погляду, як безвідмовності систем, так і з погляду їх контролепридатності й параметрів їх відновлення.

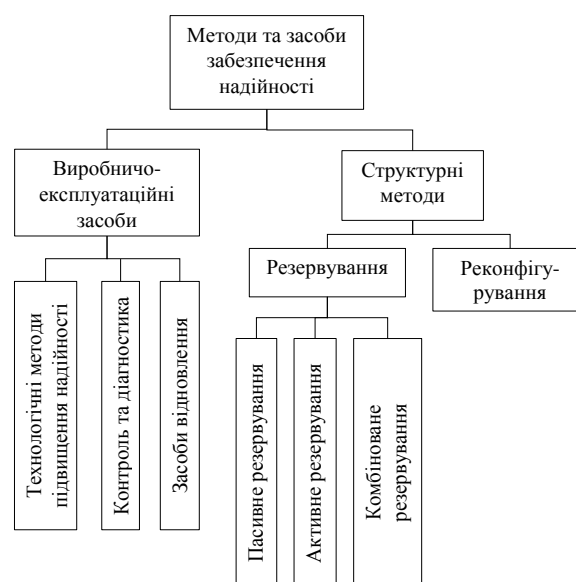


Рисунок 1 – Загальна класифікація методів і засобів забезпечення надійності сучасних АСКТП

Технологічні засоби підвищення надійності базуються а використанні широкого спектру методів підвищення якості системних компонентів на стадії їх виготовлення.

Структурна і апаратурна реалізації на початкових етапах розробки зводяться до створення мінімально

необхідного варіанта системи, тобто такого варіанта, який містить мінімально необхідне число елементів, відмова кожного з яких приводить до невиконання однієї або декількох функцій і передбачає обробку мінімально необхідної кількості інформації за мінімально припустимий період часу.

Характеристики надійності мінімально необхідного варіанта системи не завжди задовольняють пропонованим вимогам, що змушує вишукувати способи підвищення надійності розроблюємої системи.

Проблема підвищення надійності повинна вирішуватися, у першу чергу, на основі розробки та застосування високонадійних елементів, які використовуються у системі.

Серед структурних методів забезпечення надійності систем виділяються дві групи методів: методи, засновані на резервуванні їх компонентів, і методи, що передбачають реконфігурацію системи у випадку ситуацій з появою відмов.

Методи реконфігурації систем припускають зміну робочої конфігурації системи в процесі її роботи. При цьому змінюються окремі показники її продуктивності, наприклад, обсяг пам'яті, швидкодія або параметри відмовостійкості.

Резервування – спосіб забезпечення надійності об'єкта за рахунок використання додаткових засобів і (або) можливостей, надлишкових стосовно мінімально необхідних для виконання необхідних функцій.

Методи резервування систем припускають незмінність базової робочої конфігурації системи в процесі її роботи. У випадку відмов компонентів системи відбувається проста заміна блоків, що відмовили, на справні резервні блоки. Така заміна може відбуватися або в рамках оперативного перемикання устаткування (у цьому випадку час простою системи вважається несуттєвим), або в рамках процесу відновлення блоків, що відмовили (у цьому випадку при аналізі надійності системи враховується кінцевий час відновлення).

Однак можливості резервування обмежені. Це обумовлене тим, що значне збільшення середнього часу між відмовами пристрою навіть у граничному випадку може бути досягнуте тільки при практично нереалізованому загальному числі його елементів. До того ж, чим більше кратність резервування, тем менше його відносна ефективність [4]. Так, одне-, дво-, трьох- і десятикратне гаряче резервування одного елемента дає збільшення середнього часу між відмовами в порівнянні з нерезервованим варіантом відповідно в 1.5; 1,8; 2.1 і 3 рази. Можливості загального навантаженого резервування аналізувати недоцільно, тому що таке резервування менш ефективно, ніж поелементне. Резервування заміщенням вимагає значного ускладнення апаратури. До того ж створення високонадійних перемикаючих пристроїв на сьогодні є однією з найбільш серйозних проблем. Реалізація значної структурної надмірності приводить до великого збільшення вартості апаратури та ускладненню її експлуатації.

Разом з тим в АСКТП, як і в будь-якій іншій апаратурі, можуть виникнути також збої, які приводять до порушення правильності функціонування систем через викривлення інформації. Для ліквідації наслід-

ків збою слід відновлювати не апаратуру, як це робиться при виникненні відмови, а інформацію, що викривлена збоєм.

Особливо піддається збоєм апаратура дискретної дії, а також апаратура, яка використовується для передачі інформації дискретними сигналами. У дискретних пристроях інтенсивність збоїв може досягати  $(0,2-2)10^{-4}$  1/год. на один транзистор. Експериментальні дані свідчать про те, що в дискретній апаратурі збої мають значно більшу питому вагу, ніж відмови [1].

Безвідмовність дискретних пристроїв може бути підвищена введенням структурної надмірності, при якій виходи пристроїв або систем, що перебувають у резервованому з'єднанні, поєднуються відновлюваним логічним органом (мажоритарним елементом). Таке резервування може бути реалізоване й на більш низькому рівні. Для виявлення відмови в кожному з каналів досить тільки дублювання, а відновлення інформації можливо при трьох і більш паралельно працюючих каналах. Таке резервування досить ефективно, особливо при боротьбі зі збоями, однак вимагає великої надмірності. Його ефективність значно знижується при виникненні відмови.

Для підвищення безвідмовності роботи систем може бути використана також інформаційна надмірність. У цьому випадку надлишкова інформація призначена як для виявлення, так і для виправлення викривлень у робочій інформації. У якості прикладу можна розглядати використання надлишкових коригувальних кодів або багаторазового повторення ненадлишкового коду при передачі інформації по каналах зв'язку. Як відомо, для виправлення багаторазових викривлень потрібна досить велика інформаційна надмірність. Використання в системах передачі даних кодів, які виявляють викривлення, у комбінації зі зворотним зв'язком також пов'язане з великою надмірністю. Це ж характерно і для багаторазової передачі ненадлишкового коду.

Слід мати на увазі, що інформаційна надмірність неминуче приводить до надмірності структурної, що ускладнює систему та знижує її безвідмовність.

Інформаційна надмірність ефективна тільки при ліквідації наслідків збоїв. Що ж стосується зниження впливу відмов, то можливості її досить обмежені.

Можливості забезпечення необхідної ефективності функціонування систем тільки за допомогою реалізації прямих методів підвищення безвідмовності апаратури обмежені. Поряд із застосуванням цих методів необхідна ефективність може бути досягнута за допомогою своєчасного відновлення пристроїв, які відмовили, і перекрученої циркулюючої в них інформації. Для реалізації відновлення необхідно мати відомості про стан апаратури системи, а також про якість переробки, передачі й зберігання в ній інформації. Ці відомості можуть бути отримані тільки за допомогою контролю.

Контроль дає можливість вчасно виявляти та усувати відмови й несприятливі наслідки, які були викликані ним. Можна зробити висновок, що необхідних безвідмовності та ефективності систем найбільше доцільно домагатися за допомогою реалізації прямих методів підвищення безвідмовності апаратури разом з

її контролем і наступним усуненням відмов і наслідків збоїв.

Види контролю класифікуються: за метою проведення; глибиною й повнотою реалізованих перевірок; за ступенем автоматизації контрольних операцій; за часом і послідовністю їх реалізації; за типом конструктивної реалізації засобів контролю і їх розташуванням щодо об'єктів перевірки; за ієрархією керування; за типом реалізованого вирішального правила; стосовно режимів роботи системи, що перевіряються. Залежно від того, яка кінцева мета проведення контролю, він може бути класифікований як контроль працездатності і як діагностичний контроль [5].

При контролі працездатності мета перевірок зводиться до своєчасного виявлення фактів відсутності або наявності несправності в системі, яка перевіряється, і викривлень у вигляді збоїв у вихідній інформації.

При діагностичному контролі перевірку проводять із метою встановлення місця й причини несправності або характеру відмови. Ці види контролю засновані на різних методах перевірки, які по-різному технічно реалізуються й використовуються в різних умовах. У загальному випадку контроль працездатності є складовою частиною діагностичного контролю. Принципово майже завжди можна здійснити діагностичний контроль, не маючи інформації про те, працездатна система чи ні. Однак для реалізації діагностичного контролю потрібно більше часу, тому, як правило, спочатку виконують контроль працездатності, як більш простий і потребує менших витрат часу. Потім, якщо це необхідно, проводять діагностичну перевірку.

Апаратний контроль - це такий контроль який функціонує безупинно в процесі всього часу роботи системи паралельно з розв'язком основного завдання й реалізується за допомогою введеного в її структуру контрольного устаткування

За принципами практичної реалізації апаратного контролю його можна розділити на: контроль по модулю, контроль із використанням коригувальних кодів, апаратно-мікропрограмний і мажоритарний контроль.

У зв'язку з тим, що апаратний контроль здійснюється безупинно протягом усього часу функціонування об'єкта контролю, він дозволяє виявити як несправності, так і збої в момент їх виникнення або із запізненням на одну-дві операції. Так як контрольні операції здійснюються паралельно з основним процесом обробки й передачі інформації, то апаратний контроль практично не знижує продуктивності засобів системи.

Таким чином, до переваг апаратного контролю можна віднести його безперервність, здатність виявити як несправності (відмови), так і збої в момент їх виникнення; здатність автоматично локалізувати місце несправності з точністю до функціонального вузла (більш точна локалізація здійснюється за допомогою діагностичних тестів); можливість самоперевірки.

Недоліком апаратного контролю є необхідність уведення додаткової контрольної апаратури, яка сама може служити джерелом несправностей і збоїв у роботі.

**Висновок.** Описані методи та засоби дають можливість реалізувати на практиці відновлення апарату-

ри й інформації та забезпечити необхідну безвідмовність і довговічність систем у процесі їх експлуатації, а також необхідну вірогідність передачі й переробки інформації.

Організований відповідним чином контроль підвищує пристосованість системи, яка перевіряється, до попередження, виявлення й усунення відмов, тобто поліпшує її ремонтпридатність. Таким чином, відновлення з малим часом контролю й ліквідації наслідків відмов і збоїв є потужним, а в ряді випадків єдиним методом підтримки необхідного рівня надійності систем при експлуатації й забезпечення необхідної вірогідності переробки й передачі інформації.

#### Список використаних джерел

1. Иванов Ю. П. Контроль и диагностика измерительно-вычислительных комплексов / Ю. П. Иванов, В. Г. Никитин, В. Ю. Чернов. – СПб. : Учеб. пособие, ГУАП, 2004. – 98 с.

2. Радченко С. С. Принципы побудови пристроя діагностики ПЛК / С. С. Радченко, І. О. Фурман // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Харків: ХНТУСГ, 2013. – Вип. 142. – С. 58 – 59.

3. Пронин А. Н. Достоверность измерительной информации в системах управления. Проблемы и решения / А. Н. Пронин, К. В. Сапожникова, Р. Е. Тайманов // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. – 2015. Том. 9. – №3. – С. 32-37.

4. Дианов В. Н. Диагностика и надежность автоматических систем / В. Н. Дианов. – Учебное пособие, М.: МГИУ, 2005. – 160 с.

5. Радченко С. С. Анализ методов и средств контроля и диагностики технического состояния ПЛК / С. С. Радченко, И. А. Фурман // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Харків: ХНТУСГ, 2012. – Вип. 130. – С. 96 – 97.

#### Аннотация

#### АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ В АСУТП

Радченко С. С., Фурман И. А., Тимчук С. А.

*Рассмотрены основные методы и средства повышения надежности управления в АСУТП.*

#### Abstract

#### ANALYSIS OF THE MAIN METHODS AND IMPROVEMENT RELIABILITY THE PCS

S. Radchenko, I. Furman, S. Tymchuk

*The basic methods and means to improve control reliability in the PCS.*