

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет харчових технологій

НАУКОВІ ПРАЦІ

УКРАЇНСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

№ 6

Київ УДУХТ 2000

А.П.Ладанюк, д-р техн. наук
 І.В.Ельперін, канд. техн. наук
 Т.В.Савченко

ОЦІНКА І МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ЖИВУЧОСТІ АВТОМАТИЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Проблема надійності є ключовою в розвитку техніки протягом багатьох років. Водночас з розвитком засобів автоматизації стало зрозуміло, що вони мають право на існування лише тоді, коли будуть надійні в роботі. Особливо зросла роль надійності останніми роками у зв'язку із створенням складних технічних систем. Поява та розвиток автоматизованих технологічних комплексів (АТК) і комп'ютерно-інтегрованих систем управління (КІСУ) потребує детальної проробки питань надійності, починаючи з проектування та виробництва систем і закінчуючи їх випробуваннями та експлуатацією.

Автоматизовані технологічні комплекси є складними системами, які складаються з двох взаємодіючих частин: об'єкта управління (технологічного комплексу) та системи управління. Надійність функціонування АТК визначається обома складовими, але її кількісна оцінка має суттєві особливості у зв'язку з широким застосуванням в останні роки програмно-технічних комплексів (ПТК) для систем управління. Наявність в ПТК програмованих контролерів та ЕОМ, побудова на їхній основі реконфігурованих систем, здатних до діагностування та резервування, дає можливість використовувати нові методи аналізу надійності функціонування АТК. Це стосується аналізу ситуацій з новими видами відмов та збоїв, що потребує застосування нових видів контролю працездатності та стратегій забезпечення відмовостійкості [1].

Надійність, тобто властивість системи зберігати в часі в установлених межах значення всіх параметрів, що характеризують спроможність системи виконувати потрібні функції в заданих режимах і умовах експлуатації, є комплексною властивістю, що містить у собі чотири складові: безвідмовність, ремонтпридатність, довговічність і збережність.

При аналізі надійності часто доводиться досліджувати різні її сторони, для чого використовують такі поняття: апаратна надійність — надійність, що залежить від технічного стану апаратури; функціональна надійність — властивість виконання деякої функції або комплексу функцій (застосовується тоді, коли виріб виконує декілька функцій); надійність математичного забезпечення — надійність, що залежить від якості алгоритмів і програми; надійність системи людина — техніка — надійність, що залежить від якості обслуговування об'єкта людиною-оператором, а також захист системи від некоректних або помилкових дій людини як на стадії створення системи, так і на стадії її експлуатації.

Оцінювання та забезпечення надійності АТК є частинами більш загальної задачі — оцінювання та забезпечення якості цих систем [2].

Можна виділити чотири групи заходів для підвищення надійності об'єктів при їх проектуванні: системні, структурні (схемні), конструктивні та експлуатаційні [3]. До системних належать організаційно-економічні заходи для стимулювання підвищення надійності та технічні заходи. Структурні (схемні) методи об'єднують заходи для підвищення надійності об'єктів шляхом вдосконалення принципів їх побудови. До конструктивних належать заходи для створення або добору елементів, вибору сприятливих режимів роботи, підвищення ремонтоздатності тощо. Планування експлуатаційних заходів на

стадії проектування об'єктів полягає в розробленні системи експлуатаційного забезпечення.

Для підвищення надійності у виробництві використовують заходи з поліпшення якості продукції, які можна об'єднати в чотири групи [3]:

- 1) вдосконалення технології виробництва;
- 2) автоматизація виробництва;
- 3) технологічні (тренувальні) прогони;
- 4) статистичне регулювання якості продукції.

Внаслідок неможливості забезпечити потрібну надійність складної системи лише завдяки підвищенню якості її елементів стали вивчати методи введення надлишковості різних видів: структурної (апаратної), функціональної, інформаційної, навантажувальної та часової [4].

Останнім часом поряд з вивченням традиційних показників надійності почали досліджуватися інші властивості системи, які характеризують її «якість», наприклад такі, як живучість, безпека, ефективність, точність управління.

Живучість системи — надійність в умовах руйнуючих діянь. Точніше, живучість — це властивість об'єкта, що полягає в його здатності виконувати задане призначення в процесі несприятливих діянь на увесь об'єкт або окремі його елементи, підтримуючи в допустимих межах свої експлуатаційні показники [5].

За визначенням живучості, автоматизована система управління має виконувати не всі, а лише деякі функції. До того ж допускається зниження якості їх виконання до певної межі. Звичайно в задачах живучості розглядаються функції, що забезпечують безпеку персоналу, відсутність несприятливих наслідків для навколишнього середовища, припинення пошкоджень технологічного обладнання.

Проблема забезпечення живучості набуває все більшої актуальності для систем управління об'єктами, в яких недопустимі перерви в роботі і до яких додаються непрогнозовані або навмисні шкідливі дії, припинення функціонування яких спричинює великі економічні втрати або катастрофічні наслідки. До них належить великий клас об'єктів, для яких використовуються багатоканальні системи управління.

Щоб підвищити живучість у багатоканальній системі управління, треба мати більшу кількість шляхів проходження сигналу управління, ніж функціонально потрібно, для того щоб були додаткові шляхи проходження сигналу у разі відмови елементів системи [6].

Властивість живучості технічних систем має бути закладена в процесі проектування цих систем. У загальному випадку при проектуванні забезпечується напрямлений вибір з допустимих комбінацій елементів такої їх сукупності й такого характеру функціональних, динамічних і конструктивних зв'язків, які б відповідали оптимальній за обраним критерієм системі, що виконує свою функціональну задачу при задоволенні накладених обмежень.

Існуючі традиційні методи аналізу й оцінювання надійності та живучості простих виробів не можуть повною мірою задовольняти потреби аналізу надійності великих систем. Потрібно розвивати методи оцінювання, аналізу і забезпечення надійності та живучості АТК з урахуванням їх специфіки (можливість перебудови структу-

ри, зберігання працездатності при частинних відмовах за рахунок структурної надлишковості тощо).

Принципи побудови гнучких виробничих систем (ГВС) передбачають підвищення вимог щодо надійності й живучості системи в цілому та її підсистем, серед яких особливе значення надається автоматизованій системі управління.

Одним із методів підвищення надійності та живучості ГВС є заміна централізованих систем на частково або повністю децентралізовані системи. Цей спосіб знайшов своє відображення в системах управління через створення ієрархічних структур, як правило, дворівневих [7].

Труднощі управління автоматизованими технологічними комплексами виникають через велику кількість альтернативних варіантів, багатокритеріальність вибору рішень, що приймаються, та невизначеність вихідної інформації. Одним із шляхів подолання названих труднощів є створення комп'ютерно-інтегрованих структур на базі мікропроцесорних засобів та ЕОМ, об'єднаних у локальні мережі, в яких використовується єдина база даних та знань із своєю системою управління.

Проаналізуємо можливість використання методів підвищення характеристик надійності та живучості, які розроблені для обчислювальних систем [8].

Одним із таких методів є підвищення надійності системи управління внаслідок зміни її структури. Головна ідея методу полягає в тому, що технічні засоби поділяють на два рівні: на першому перебувають засоби зв'язку з об'єктом (виконавчі механізми, комутатори, перетворювачі тощо), на другому — мікропроцесорні контролери та ПЕОМ, які реалізують технологічні алгоритми управління. Тоді для першого рівня можна використати традиційні методи підвищення надійності, в першу чергу резервування, а для другого — методи побудови відмовостійких обчислювальних систем.

Одним із можливих шляхів розв'язання задачі є організація груп контролерів чи ПЕОМ, які сумісно реалізують функції системи. Тоді при відмові частини технічних засобів надійність та живучість зберігаються завдяки перерозподілу задач між працюючими засобами.

Розширення сфери використання комп'ютерних технологій для вирішення неформалізованих задач, в тому числі і задач управління, є основною формою застосування інтелектуальних систем, що тісно пов'язані з використанням методу експертних систем. Як правило, експертні системи використовуються як інструмент оператора при здійсненні управління процесом.

Основна властивість експертних систем полягає в тому, що до розв'язування задач з їх допомогою в конкретній предметній області залучаються знання людини або групи осіб — експертів. Крім того, формалізовані знання у певній предметній області подаються окремо від інших програм, що дає змогу уніфікувати роботу експертної системи, змінюючи сукупність знань, не торкаючись всіх інших елементів системи, тим самим підвищуючи їхню надійність.

Наступною важливою характеристикою експертних систем є достатня можливість спілкування з користувачем у процесі прийняття складних рішень в умовах невизначеності (неповноти знань). Експертні системи характеризуються модульністю подання знань, що дає можливість легко доповнювати базу знань у вигляді відповідних прирощень або нових правил. Ця особливість експертних систем робить їх такими, що постійно розвиваються, а це може сприяти створенню надійних систем як завгодно великої складності [9].

Практика використання складних систем різного призначення показала, що без постановки і проведення

спеціальних робіт із забезпечення надійності такі системи виявляються недостатньо ефективними [2].

Без урахування економічних питань (затрати, отримуваний економічний ефект) не можна з достатньою певністю обґрунтувати заходи щодо підвищення надійності. До економічних питань надійності належать такі [10]:

а) визначення економічного ефекту від впровадження автоматизованої системи управління (АСУ) та заходів для підвищення їхньої надійності;

б) визначення затрат на заходи, пов'язані із забезпеченням потрібної надійності АСУ та її частин;

в) визначення економії, одержаної від підвищення безвідмовності та довговічності виробів;

г) економічне обґрунтування гарантійних строків.

Економічна ефективність технічних систем взагалі й АТК в особливості суттєво залежить від їхньої надійності. Втрати від зниження надійності (спричинених простоюванням техніки, затратами на ремонт тощо) тим більші, чим складніший технічний пристрій і чим відповідальніші задачі він вирішує. Стан надійності АТК здійснює значно більший вплив на економічну ефективність виробництва порівняно з надійністю техніки, що безпосередньо впливає на предмет праці. З підвищенням надійності АТК зростає ефективність великої кількості об'єктів управління, а відмова в його роботі призводить до катастрофічних наслідків.

Для врахування впливу надійності на економічну ефективність технічних засобів рекомендуються такі показники:

а) вартість річного випуску продукції з урахуванням надійності:

$$V' = V_0(V - V_{\text{ан}}), \quad (1)$$

де V_0 — вартість одиниці продукції, що випускається; V — річна продуктивність при абсолютній надійності; $V_{\text{ан}}$ — об'єм продукції, на який знижується продуктивність у зв'язку з тим, що надійність об'єкта не є ідеальною (мають місце відмови об'єкта);

б) річний прибуток з урахуванням надійності об'єкта, що використовується:

$$\Pi' = \Pi_0 - (S + R), \quad (2)$$

де Π_0 — річний прибуток при ідеальній надійності об'єкта; $(S+R)$ — затрати, пов'язані із забезпеченням виробництва в разі його нормального функціонування S та при виникненні відмов технічних засобів R .

Із зростанням надійності технічних засобів знижуються втрати від простоювань і затрати на обслуговування, зростає річний прибуток.

Коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень з урахуванням надійності:

$$E = \Pi' / K = (\Pi_0 - S - R) / K, \quad (3)$$

де K — капітальні вкладення.

Слід відмітити також характерну особливість визначення економічного ефекту надійності. Економія, що отримується за рахунок надійності, не завжди може бути виражена у грошовому вимірі. Підвищення безвідмовності транспортних засобів дає змогу знизити кількість аварій [10].

Висновки. При створенні складних комп'ютерно-інтегрованих систем управління з широкими функціональними можливостями проблема забезпечення їх надійності та живучості набуває принципово нового змісту. На сьогоднішній день існують різні методи їх забезпечення та підвищення, які можна звести до таких груп: використання надійніших комплектуючих виробів, поліпшення умов експлуатації, введення надлишковості, інтенсифікації технічного обслуговування тощо. Для умов харчових виробництв основну увагу треба приділяти комбінуванню різних методів, оскільки при цьому досягаються найкращі результати [11].

ЛІТЕРАТУРА

1. Ладанюк О.А. Автоматизоване управління взаємозв'язаними підсистемами технологічних комплексів харчових виробництв. Дис.канд.техн.наук — К.: УДУХТ, 1996.
2. Ястребенецкий М.А., Иванова Г.М. Надежность автоматизированных систем управления технологическими процессами. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 263 с.
3. Дружинин Г.В. Надежность автоматизированных производственных систем. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 480 с.
4. Креденцер Б.П. Прогнозирование надежности систем с временной избыточностью. — К.: Наук. думка, 1978. — 237 с.
5. Волик Б.Г., Рябинин И.А. Эффективность, надежность и живучесть управляющих систем//Автоматика и телемеханика. — 1984. — № 12. — С. 151-160.
6. Кузнецов Б.И., Подлесный Н.И. Многоканальные системы повышенной точности и живучести. — К.: Вища шк., 1994. — 167 с.
7. Надежность, живучесть и безопасность автоматизированных комплексов//Всесоюз. совещ. (4; 1988; Суздаль): Тез.докл., март 1988/ Ин-т проблем управл. — М., 1988. — 175 с.
8. Звіт про науково-дослідну роботу за III квартал 1997 р. «Розробити програмно-технічні комплекси для комп'ютерно-інтегрованих систем підвищеної надійності та оперативності управління на основі підсистем інтелектуальної підтримки прийняття рішень». — К.: УДУХТ. Кафедра АТПіВ.
9. Згуровский М.З. Интегрированные системы оптимального управления и проектирования. — К.: Вища шк., 1990. — 351 с.
10. Голинкевич Т.А. Прикладная теория надежности. — М.: Высшая шк., 1977. — 160 с.
11. Заренин Ю.Г. Надежностное проектирование АСУТП и его программное обеспечение. — М.: Машиностроение, 1992. — С. 1-3.

Надійшла до редколегії 10.02.98 р.