

- утилізації відходів. Навчальний посібник. – Х.: КП «ХВК» - ХНУМГ, 2015. – 492 с.
6. Кривенко С. В. Проблеми вдосконалення системи управління сферою поводження з твердими побутовими відходами: регіональний аспект / С. В. Кривенко // Управління розвитком. - 2015. - № 2. - С. 12-19.
7. Указ Президента України “Про Положення про Державне агентство екологічних інвестицій України” редакція

від 13.04.2011 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=455%2F2011>

Рецензент: д-р техн. наук В.О. Юрченко

УДК 001.32; 004.4; 004.9; 65.015.3

Герасименко В.В.,

Харківський національний університет будівництва та архітектури

Бородін Д.Ю., Семенова-Куліш В.В.

Український державний університет залізничного транспорту

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВИРОБНИЧИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Вступ. Сьогодні успішне функціонування високотехнологічного підприємства вже неможливо уявити без сучасних систем автоматизації на всіх рівнях виробничих і супутніх процесів.

При триваючому зростанні значимості даних систем для виробництва відбувається все більше проникнення автоматизації в бізнес-процеси компаній в цілому, що ще більше збільшує їх цінність для бізнесу. Виробничі системи з'єднуються з іншими інформаційними комплексами підприємства, з часом стаючи найбільш достовірним, а іноді і єдиним джерелом необхідної для прийняття рішень виробничої інформації.

При розгортанні на підприємстві корпоративних інформаційних систем постачальники рішень проводять ряд необхідних регламентованих організаційно-технічних заходів, спрямованих на досягнення прийняттого рівня надійності, описаного в зрозумілих для бізнесу показниках. Та й сам бізнес в разі будь-якого збою здатний досить швидко усвідомити некоректність управлінської інформації та вжити відповідних заходів. У той же час при обговоренні вимог інформаційних компонентів систем автоматизованого проектування нерідко доводиться чути: «щоб працювало» або «запитайте у наших інженерів»,

що говорить про очевидну недооцінку бізнесом значущості інформаційних систем виробничих процесів. У результаті існують дві крайності: або всіх заходів щодо забезпечення надійності САПР в кращому випадку закінчуються регулярним резервним копіюванням, або, що зустрічається вкрай рідко і навіть в цих рідкісних випадках не завжди буває виправдано, витрачаються величезні бюджетні кошти на побудову відмов кластеру.

Мета і завдання. Метою даної статті є огляд і класифікація різних підходів до забезпечення надійності інформаційних виробничих систем (по суті, систем автоматизованого проектування в сучасному, широкому розумінні), що дозволить відповідальним керівникам більш гнучко підійти до заходів щодо забезпечення надійності при впровадженні тих чи інших автоматизованих систем на промисловому підприємстві і уникнути невинно завищених постачальниками бюджетів.

Результати дослідження. Згідно загальноприйнятим визначенням (ГОСТ 27.002-83), надійність – це властивість об'єкта зберігати в часі в установлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування. Надійність є однією з ключових характеристик якості систем автоматизації,

але, на відміну від багатьох інших характеристик, що не змінюються з моменту запуску системи до її модернізації (таких як продуктивність, ємність та ін.) [1]. Надійність – величина виключно тимчасова і характеризується конкретним моментом життя інформаційної системи.

Перш ніж виділяти критерії оцінки надійності виробничої системи, традиційно встановлюються шляхом введення ряду кількісних показників, необхідно визначитися з бізнес-вимогами, на підставі яких дані показники можуть бути побудовані, і узгодити їх з вимогами виробничих процесів.

Два безперечних вимоги бізнесу до будь-якого підрозділу підприємства – це зниження витрат і забезпечення безперервності бізнесу. Серед виробничих вимог найбільш істотні – відмовостійкість і зниження залежності від людського фактору.

Таким чином, при плануванні заходів щодо забезпечення надійності виробничих автоматизованих систем перед постачальником стоїть ряд суперечливих завдань [2, 6]:

- досягнення достатньої (і при цьому не завжди екстремально високою) продуктивності системи в цілому і використовуючих її співробітників зокрема;
- забезпечення високої працездатності і відмовостійкості;
- зниження залежності від людського фактору на всіх етапах розробки і освоєння виробів;
- мінімізація сукупної вартості володіння без зниження продуктивності і відмовостійкості, забезпечення повернення інвестицій в заздалегідь обумовлений термін.

Вочевидь, що однозначне одночасне рішення всіх чотирьох завдань отримати неможливо. Як правило, процес проектування інформаційних систем САПР є компромісним і проходить в декілька ітерацій шляхом вирішення завдань в порядку, викладеному раніше.

Також впровадження або суттєве вдосконалення виробничих автоматизованих систем – завдання одночасно технічне і організаційне, а, отже, проста установка спеціалізованого рішення без проведення спе-

ціальних узгоджених організаційно-економічних дій керівництва не дозволить знайти рішення, які в найбільш повній мірі відповідають всім чотирьом завданням, а, отже, не принесе бажаного ефекту.

Завдання забезпечення заданого рівня продуктивності, традиційно розв'язується шляхом придбання програмно-апаратного комплексу, що володіє достатньою обчислювальною потужністю, широкого використання методів паралельної розробки, а також оптимальною концентрацією і спеціалізацією ресурсів, не є пріоритетною в рамках даної статті і порівняно легко може бути виконана шляхом дотримання рекомендацій виробника того чи іншого базового програмного комплексу.

Наступним кроком після того, як еталонний програмно-апаратний комплекс, необхідний, на думку розробника, але цілком можливо недостатній для реалізації ваших вимог, створений, потрібно провести його випробування, щоб зрозуміти, які з вимог не виконуються або потенційно можуть бути не виконані.

Незалежно від конкретної реалізації або постачальника існує ряд вимог проведення випробувань на надійність програмно-апаратних комплексів і ряд наслідків з них.

По-перше, перед випробуваннями на надійність необхідно провести перевірку функціонування системи. Оскільки в загальному випадку надійність – це властивість зберігати працездатність, отже, якщо система автоматизації так чи інакше не готова до виконання заданих функцій, то немає сенсу піддавати її випробуванням на надійність.

По-друге, до складу системи випробувань слід включати різноманітні види і способи випробувань, що відповідають особливостям побудови і функціонування конкретної платформи САПР з метою перевірки сталого функціонування всіх закладених в систему можливостей.

У третіх, необхідно розуміти, що роботи по випробуванню автоматизованої виробничої системи неминуче розтягнуті за часом і включають:

- випробування апаратури і алгоритмів, а також окремих їх елементів з метою

отримання інформації про надійність всіх окремих підсистем САПР;

- випробування програмно-апаратних комплексів та системи в цілому з використанням інформації про надійність апаратури;

- уточнення оцінки надійності системи за результатами підконтрольної експлуатації системи і її частин.

Варто відзначити, що найбільш доцільним вирішенням проблеми оцінки надійності інженерних систем (ІС) САПР в цілому є розрахунково-експериментальний метод, тобто поєднання натурних випробувань і розрахунків і подальше підтвердження отриманих оцінок за допомогою обмеженого обсягу випробувань, а також те, що кожна велика система вимагає розробки своєї методики випробувань, що відбиває її особливості [3, 7]. Випробування елементів, що входять до складу великої системи, слід розглядати в якості попереднього етапу випробувань всієї системи.

Таким чином, отриманий перелік робіт з випробувань надійності інформаційної виробничої системи є комплекс взаємопов'язаних випробувань, які супроводжують процес створення системи від етапу проектування до здачі в експлуатацію. При цьому варто звернути увагу, що не допускається механічно переносити принципи організації випробувань на надійність і організацію випробувань складних програмно-апаратних комплексів. Метою проведення випробувань є управління надійністю ІС САПР в ході її розгортання.

Отримані в ході випробувань слабкі сторони еталонного програмно-апаратного комплексу є основою для проектування засобів забезпечення необхідної надійності.

Залежно від конкретних програмних і апаратних систем застосовується один з двох підходів до забезпечення надійності:

- недопущення відмов шляхом підвищення рівня компонентів виробничої автоматизованої системи, підвищення ступеня інтеграції елементів;

- забезпечення рівня працездатності не гірше заданого при виникненні відмови

шляхом впровадження ефективних методів виявлення відмов і усунення їх наслідків.

Відмовостійкість – властивість архітектури автоматизованої системи, що забезпечує виконання заданих функцій у випадках, коли в апаратних або програмних засобах системи виникають відмови.

За способом реалізації відмовостійкість підрозділяється на активну і пасивну.

Активна відмовостійкість базується на окремо виділених процесах виявлення відмови, локалізації відмови і реконфігурації системи. Відмови виявляються засобами контролю, локалізуються за допомогою засобів діагностики і усуваються автоматичною реконфігурацією системи. Останнє полягає в перебудові структури системи таким чином, щоб її компоненти, що відмовили були усунені від участі в роботі як інформаційної системи САПР, так і інших автоматизованих систем, що забезпечують процеси життєдіяльності підприємства.

Пасивна відмовостійкість полягає в здатності системи не втратити свої функціональні властивості при відмові окремих елементів. У таких випадках відмова маскується системою.

Пасивна відмовостійкість пов'язана зі збільшенням кількості апаратури в кілька разів; вона застосовується зазвичай тоді, коли недопустимі або надзвичайно дорогі навіть короточасні перерви в роботі САПР, а також для забезпечення відмовостійкості найважливіших блоків або пристроїв системи.

Введення спеціальних рішень відмовостійкості є одним із способів підвищення надійності САПР. Питання про побудову і застосування відмовостійких систем виникає тоді, коли інші шляхи підвищення надійності не забезпечують необхідного її рівня з технічних чи економічних причин.

Відмовостійкість системи забезпечується введенням надмірності, тобто створенням певних запасів або резервів. У відмовостійких системах може бути використана надмірність параметрична, тимчасова, алгоритмічна і структурна.

Параметрична надмірність виражається в полегшенні режимів роботи елементів і вузлів програмно-апаратного комплексу САПР з метою підвищення їх надійності. Однак для правильно спроектованої системи експлуатаційні та інші параметри обрані близькими до оптимальних, тому істотного збільшення надійності за рахунок параметричної надмірності не може бути досягнуто.

Тимчасова надмірність полягає в наявності додаткових резервів часу для вирішення завдання або відновлення працездатності з тим, щоб у разі виникнення збоїв можна було виправляти їх шляхом повторної обробки даних або відновлення з резервної копії. Тимчасова надмірність створює передумови для реалізації ресурсів щодо підвищення відмовостійкості, наявних в даній системі, оскільки для цього потрібен додатковий час.

Алгоритмічна надмірність полягає в застосуванні таких алгоритмів роботи САПР, які забезпечують задовільні результати в разі наявності або виникнення помилок в процесі обробки інформації. Алгоритмічна надмірність передбачає наявність тимчасової надмірності і є засобом її реалізації.

Структурна надмірність є найбільш ефективним видом надмірності. Вона виражається в наявності додаткових елементів, вузлів, пристроїв в структурі системи, призначених для автоматичної заміни відмовили компонентів.

Для зниження тимчасових і фінансових витрат на випробування застосовують спеціальні прийоми:

- прискорення випробувань шляхом використання таких режимів САПР, які призводять до прискорення процесу виникнення відмов (наприклад, масова обробка великих масивів даних);
- прогнозування відмов зі зміни тих чи інших параметрів об'єкта;
- використання попередньої інформації про надійність аналогічних, раніше побудованих систем, а також принципу накопичення інформації, отриманої з різних джерел.

Вибір способу забезпечення відмовостійкості необхідно проводити шляхом аналізу сукупних витрат як на етапі запуску, так і при експлуатації автоматизованої системи.

Останньою з поставлених при розробці завдань є обмеження впливу людського фактору.

Основною особливістю цього завдання, як показала практика, є зриме або незриме присутність в кожному з бізнес-вимог.

Для того щоб шукати шляхи вирішення даного завдання, необхідно з'ясувати, які саме обставини або дії виконавців можуть викликати порушення або нестроге дотримання вимог бізнесу або виробництва.

Так, одним з найбільш критичних бізнес-вимог є забезпечення безперервності бізнесу. Як правило, впровадження централізованих автоматизованих виробничих систем, а саме формування єдиного сховища інформації, створює у бізнесу небезпечну ілюзію наявності і підконтрольності всього масиву інформації, необхідної в виробничому процесі, а отже, і порівняльну простоту заміни виконавців іншими. Подібна впевненість, як правило, веде до ослаблення контролю над актуальністю, коректністю і структурованістю призначених для користувача даних в системі і, що набагато важливіше, до ліквідації розумного розподілу ключових компетенцій, що, в свою чергу, викликає дозрівання нових «зірок» і потрапляння бізнесу в серйозну залежність від конкретних виконавців. У ряді широко відомих випадків підприємства несли відчутні втрати, а іноді навіть позбавлялися частки ринку при уході одного з ключових розробників.

У протиріччя з вимогою мінімізації витрат вступають відразу дві обставини: людська природа виконавців та інженерне прагнення до систем більш високого порядку [4, 8].

Перше з них призводить до того, що виконавці безконтрольно можуть займатися марною роботою (роботою, що не несе в собі створення додаткових цінностей для кінцевого продукту). Цьому особ-

ливо сприяють тривалі цикли розробки виробів і слабкі форми організаційно-економічного контролю і стимулювання.

Друга обставина змушує кінцевого виконавця невинувато вимагати все більше і більше обмежених і дорогих обчислювальних ресурсів.

Інформаційна система також практично беззахисна перед саботажом. Безумовно, його наслідки можна помітно послабити шляхом реалізації технічних заходів, таких як резервне копіювання, проте фінансовий і часовий збиток від втраченої роботи за час, що минув з моменту знімання резервної копії, може бути досить значний.

Таким чином, всупереч поширеним і спокусливим переконанням, для ефективного функціонування організації в цілому впровадження виробничої інформаційної системи необхідно супроводжувати ослабленням, а, навпаки, значним посиленням організаційно-економічного контролю виконавців. Крім того, з метою обмеження збитків при можливому саботажі потрібно на кожному технічному рівні забезпечити відповідні організаційно-технічні заходи, що гарантують персональну відповідальність виконавця за скоєні дії[5].

Шляхом декількох ітерацій можливо отримати систему, досить ефективно вирішальну завдання бізнесу і виробництва.

Висновки. Таким чином, процес створення виробничої інформаційної системи – це тривалий процес, що складається з цілого ряду етапів. Після вибору структури системи, який, як правило, супроводжується моделюванням, монтується апаратний комплекс, що входить до складу системи. Відбувається поступове нарощування апаратних засобів аж до створення кластерних комплексів, що виконують задані функції архітектури САПР. Ця особливість автоматизованих систем НДДКР вимагає, щоб випробування на надійність теж були безперервним і тривалим процесом.

Апаратні засоби також складаються з різних комплектуючих елементів. Характер апаратних частин теж різний – від звичайного персонального комп'ютера до високопродуктивних кластерних систем. На надійність впливають різноманітні чинники. Ця особливість вимагає проведення випробувань, що дозволяють виявити їх вплив в різних режимах використання системи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Мазурин, А. CASE-средства для автоматизации инженерной деятельности / А.Мазурин // «САПР и графика» – 2001. – №2.
2. Рыбаков, А.В. Создание автоматизированных систем в машиностроении [Текст] / А.В. Рыбаков, С.А.Евдокимов, Г.А.Мелешина – М.:Станкин, 2001. – 157 с.
3. Соломенцев, Ю.М. Автоматизированное проектирование и производство в машиностроении [Текст] / Ю.М. Соломенцев, В.Г. Митрофанов, А.Ф. Прохоров [и др.] – М.: Машиностроение, 1986. – 256 с.
4. Потемкина, О. Внедрение САПР: кадры решают все! / О. Потемкина // «САПР и графика» – 2000. – № 9.
5. Струченков, В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах [Текст] / В.И. Струченков – М.: Солон-Пресс, 2009. – 320 с.
6. AspenTech: управление предприятиями с непрерывным циклом производства [Электронный ресурс] // CAD/CAM/CAE Observer. – 2017. – № 2(110). Р. 55-56. – Режим доступа: <http://www.cadcamcae.lv>
7. С интерфейсом CELOS и интеллектуальными системами автоматизации – к цифровому заводу будущего [Электронный ресурс] // CAD/CAM/CAE Observer. – 2017. – № 2(110). Р. 42-45. – Режим доступа: <http://www.cadcamcae.lv>.
8. Возможности технологии виртуального прототипирования на всех этапах жизненного цикла продукта [Электронный ресурс] // CAD/CAM/CAE Observer. – 2016. – № 8(108). Р. 48-53. – Режим доступа: <http://www.cadcamcae.lv>.

Рецензент: д-р техн. наук О.М. Огар