

## **РЕАЛІЗАЦІЯ ОСНОВНИХ АЛГОРИТМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПОНЕНТІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ**

До основних алгоритмів, що реалізують процеси функціонування системи управління надійністю можна розглядати з різною мірою детальності. Міра детальності, якої будемо притримуватися в даному випадку не буде потребувати відображення окремих обчислень, чи детального аналізу, оскільки аналіз і відповідні обчислення реалізуються на основі використання нечіткої арифметики та нечіткої логіки, що розширені відповідними додатковими умовами та обмеженнями. В рамках алгоритмів доцільно відображати, в першу чергу, принципи, виходячи з яких формується та або інша послідовність перетворень. Крім того, в алгоритмах необхідно підкреслити та по можливості відобразити інтерпретацію відповідних перетворень, що обумовлює відповідний спосіб організації алгоритмів.

У відповідності з раніше прийнятою функціональною схемою, що відображає можливий склад, алгоритми будуть об'єднуватися для споріднених функціональних блоків, що обумовлюється можливістю використання їх спільних частин, при розв'язку різних задач, які представляють відповідні блоки.

Алгоритми реалізації моделі надійності (MN) формуються у відповідності з методикою використання компонент інформаційної технології. Така методика в загальних рисах полягає у наступному. В залежності від вимог до системи, вибираються ті чи інші компоненти, які наповнюються даними, що відповідають конкретному об'єкту. До таких компонент відносяться: інформаційні компоненти, прикладом яких можуть служити семантичні словники. Останні заповнюються текстовими описами всіх елементів предметної області, які передбачається використовувати в моделі MN. При цьому, важливим параметром, який відіграє ключову роль є рівень надійності, який повинен забезпечуватися відповідною моделлю. Тому необхідно зупинитися на способах оцінки рівня надійності системи, що відображають особливості підходів прийнятих в даній роботі. Найбільш поширеним способом визначення величини надійності або величина надійності визначається інтервалом часу протягом якого, відповідна система буде функціонувати таким чином, що в повній мірі буде виконувати функції, які передбачені вимогами, що сформульовані для системи разом з вимогою величини міри надійності. Очевидно, що така оцінка носить характер визначення надійності системи по факту її роботи протягом задекларованого інтервалу часу. Очевидно, що такий спосіб обчислення величини надійності є оптимальним з точки зору наступних причин:

- При прийомці системи не має можливості перевірити, чи таким чином обчислене значення надійності  $\eta$  відповідає задекларованому;
- При проектуванні технічних об'єктів довготривалого використання, підтвердження цього параметру може зіткнутися з цілим рядом труднощів, що обумовлені можливими подіями зв'язаними з об'єктом, які не планувалися при проектуванні і можуть виникнути незалежно від волі проєктантів чи користувачів відповідної технічної системи;
- Визначити такого типу параметр на етапі проектування та впровадження виробу є досить складно з необхідною мірою точності, оскільки, це зв'язано з розв'язком задач довготермінового прогнозування.

Більш конструктивно є методика, що ґрунтується на аналізі процесів функціонування та на способах їх реалізації і таку методику прийнято називати функціональною [1]. Оскільки уявлення про надійність в загальноприйнятій інтерпретації досить важко розглядати без використання такого параметру як час, то необхідно, в рамках функціонального підходу, переходити від довгострокового прогнозування, яке порівняно різке розв'язувати і можна забезпечити більш високу точність прогнозу. Більш того, при функціональному підході до оцінки надійності, існує можливість тісніше пов'язати процеси визначення оцінки з реальними технічними параметрами системи.

Суть функціонального підходу полягає у наступному. Наприклад, кожний окремих фрагмент TS, який має власну функціональну визначеність, аналізується з ціллю визначення наступних параметрів:

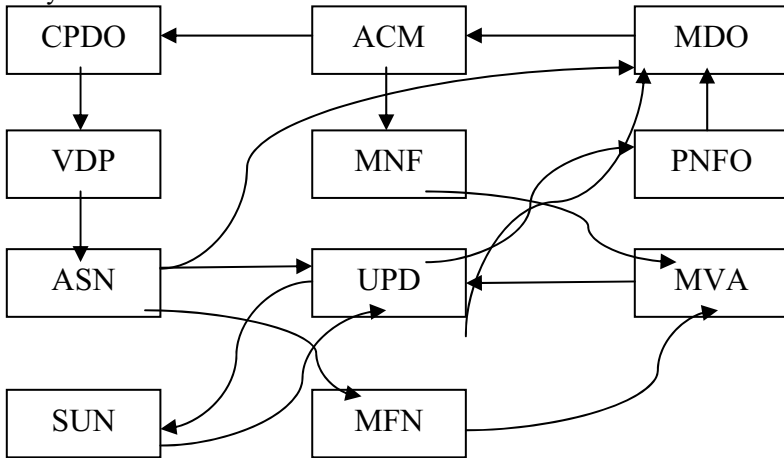
- Визначення кількості повних функціональних циклів роботи до моменту виникнення умови на окремому зразку компоненти TS;
- Визначення ресурсу всіх компонент або елементів системи, що призначені для статичного навантаження;
- Імітація навантаження для вузлів рухомих й визначення їх напрацювань на відмову і визначення інших параметрів.

Результати отриманих вимірювань порівнюються між собою. Вибирається найнижчий показник і по ньому визначається кількість циклів для кожного проаналізованого вузла. По отриманих даних, в межах визначеної величини циклів, реалізується один цикл роботи всієї системи. Визначається час протікання циклу роботи системи. По вибраній кількості циклів вузла з найменшим показником визначається час безвідмовної роботи TS в цілому. Приведений опис не враховує інтервалів між циклами роботи, не враховує середньої активності складових елементів, що приймають участь у процесі роботи, не враховує проведення регламентних робіт і цілий ряд інших факторів, що сприяють збільшенню часу безвідмовної роботи системи. Оскільки, існують ситуації при яких відповідний технічний об'єкт експлуатується з певними інтервалами, то величина надійності, яка вимірюється часом безвідмовного функціонування, збільшується. Такий підхід

дозволяє визначати надійність у величинах кількості циклів безвідмовного функціонування. Одна з можливих модифікацій цього підходу може полягати у заміні ресурсних експериментів, розрахунком короткострокового прогнозу зміни параметрів вузла при виконанні певної кількості циклів навантажень, що імітують навантаження реальних циклів роботи.

Крім визначення величини значення надійності в процесі проектування та виготовлення, яку будемо називати початковою надійністю, необхідно проводити оцінку текучого стану надійності, якщо мова йде про технічні об'єкти довготривалого функціонування. Ця задача розв'язується на основі використання даних про початкову надійність та дані, що отримані в результаті роботи систем діагностування, що входять у склад моделі управління надійністю (MUN).

На малюнку 4.2 приведена розширена функціональна схема підсистеми діагностування.



Мал.4.2. Розширена функціональна схема підсистеми діагностування проектних несправностей

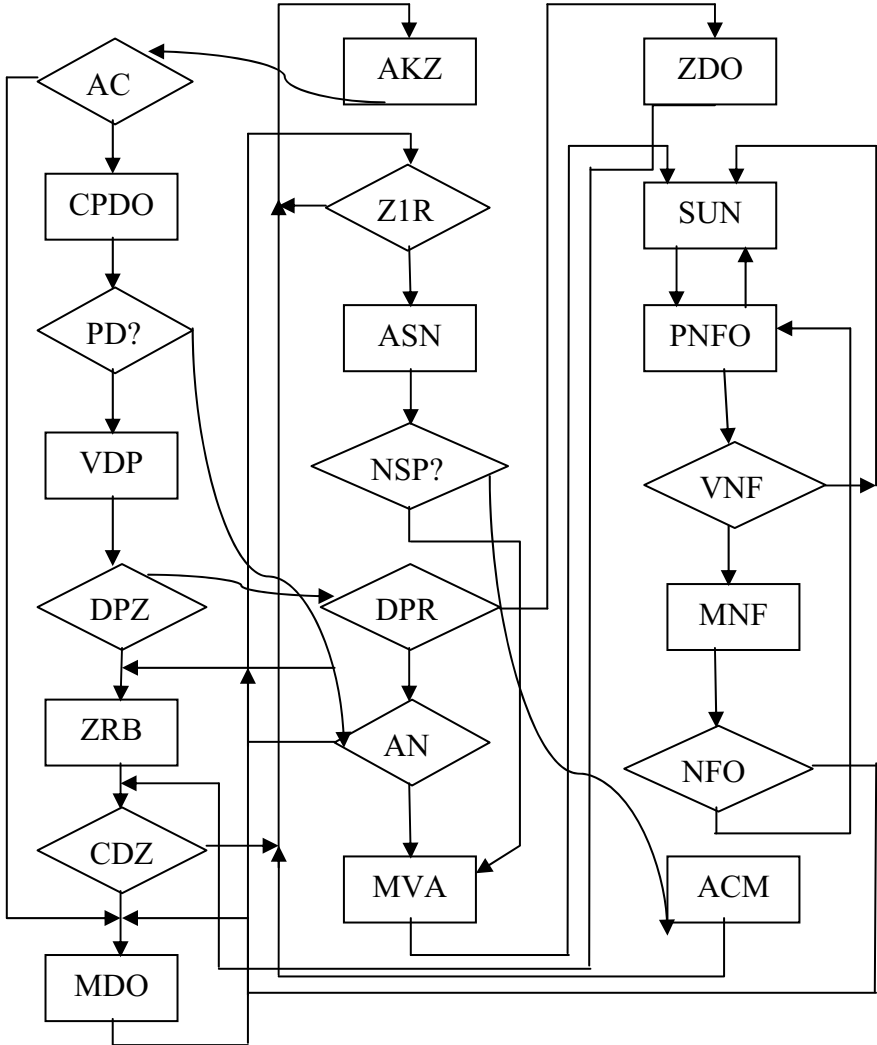
На малюнку 4.2 прийнято наступні скорочення та позначення основних блоків підсистеми:

- CPDO – зчитування параметрів діагностичних ознак ( $\xi_i$ );
- VDP – визначення діагностичних параметрів ( $\xi_i$ );
- ASN – аналіз стану несправності, або стану розвитку діагностичного параметру ( $\xi_i$ );
- ACM – активізація циклу моніторингу та активізація чергового кроку моніторингу;
- MDO – моніторування діагностичних ознак  $\xi_i$ ;
- MNF – моніторування негативних факторів оточення;
- PNPO – прогнозування виникнення негативних факторів в

найближчому оточенні;

- MNF – моделювання процесу функціонування несправності;
- MVA – моделювання виникнення аварії;
- UPD – управління процесом діагностики;
- SUN – система управління надійністю TS.

На малюнку 4.3. приведено алгоритм функціонування системи діагностики технічного об'єкту.



Мал.4.3. Алгоритм функціонування системи діагностики, що входить в склад моделі управління надійністю

На малюнку 4.3 прийнято наступні скорочення та позначення основних елементів:

- AC – перевірка, чи активований цикл моніторингу діагностичних параметрів;
- CPDO – зчитування параметрів діагностичних ознак;
- PD – перевірка, чи зчитаний параметр діагностичним параметром;
- VDP – визначення діагностичного параметру;
- DPZ – перевірка, чи діагностичний параметр знаходиться на етапі зародження;
- ZRB – запис діагностичного параметра в базу даних;
- CDZ – перевірка, чи закінчився цикл перевірки діагностичних параметрів;
- MDO – моніторингу діагностичних ознак, формування чергового адресу зчитування параметру у відповідності з траєкторією моніторингу;
- AKZ – активізація чергового кроку зчитування значення параметра діагностичної ознаки;
- ZIR – перевірка, чи закінчився один цикл моніторингу діагностичних параметрів;
- ASN – аналіз стану несправностей, що виявлені на основі зчитаних діагностичних параметрів;
- NSP – перевірка, чи стан фрагменту, або об'єкту негативний;
- ANA – аналіз небезпеки виникнення аварії;
- MVA – модель виникнення аварійного стану;
- ZDO – запис в базу даних діагностичних ознак;
- SUN – зовнішня, по відношенню до алгоритму, система управління величиною надійності;
- PNFO – прогнозування виникнення негативних факторів у близькому оточенні об'єкта;
- VNF – перевірка, чи існує можливість виникнення в текучий момент негативного фактору в оточенні;
- MNF – моделювання процесу виникнення несправності під дією негативного фактору в оточенні;
- NFO – перевірка, чи може виникнення чергового негативного фактору в оточенні у зв'язку з виникненням та функціонуванням несправності, або обумовлена негативним фактором оточення;
- ACM – активізація чергового циклу моніторингу діагностичних параметрів;
- DPR – перевірка, чи діагностичний параметр знаходиться на етапі розвитку несправності.

Розглянемо деякі особливості приведеного алгоритму. В процесі моніторингу діагностичних параметрів, в першу чергу зчитуються покази датчика, що аналізує значення параметру діагностичної ознаки. По величині

значення цього параметру визначається, чи діагностична ознака не переросла у діагностичний параметр. При цьому може виявитися, що діагностична ознака і діагностичний параметр вимірюються різними датчиками у різних місцях технічного об'єкту. Тоді в блоці VDP реалізується пере адресація зчитувача параметрів та інших адрес, що відповідає датчику зчитуваного параметру. Особливістю системи моні торування діагностичних параметрів є те, що протягом одного кроку такого циклу зчитуються датчики всіх діагностичних параметрів, що описують одну несправність. Тому після завершення одного кроку циклу моні торування проводиться аналіз стану несправності. Якщо стан несправності є критичним, то моделюється процес виникнення аварії, що може обумовлюватися відповідною несправністю і відповідні дані передаються у блок управління надійністю системи технічного об'єкту.

Наступною особливістю є реалізація функцій виявлення негативних факторів, що можуть виникнути в оточуваному середовищі і можуть привести до виникнення несправностей. На відміну від моні торування діагностичних параметрів, в даному випадку, виявлення ознак або умов виникнення несправності визначається на основі прогнозування виникнення факторів у оточуючому середовищі, що можуть призвести до виникнення несправностей. Очевидно, що можна розширити цей алгоритм аналізом певних датчиків, що реагують на можливі зміни фізичних параметрів зовнішнього середовища, що, по визначенню, негативно впливають на TS, але в даному випадку не менш важливим є виявити ті фактори, що обумовлюються участю обслуговуючого персоналу, або користувачів у роботі системи [2]. Зрозуміло, що з технічної точки зору в системі управління і системі захисту, використовується , або може використовуватися цілий ряд засобів, електронних та програмних, що контролюють можливі дії і навіть блокують можливість їх виконання. Але в таких випадках небезпека не усувається, оскільки в обслуговуючого персоналу є можливість обходити або усувати відповідну перешкоду, що може обґрунтовуватись різними причинами виробничого характеру чи іншого типу причинами, що можуть бути з точки зору текучого стану TS досить вагомими. Блок прогнозування, в цьому випадку аналізує дані, що подаються до нього з відповідного обладнання. У випадку встановлення факту можливості виникнення несправності, що може обумовлюватися відповідним діями учасників процесу функціонування. У випадку встановлення факту можливості виникнення несправності, аналізується міра критичності такої несправності і якщо вона відповідає системі можливості виникнення аварії, що відповідна інформація передається в систему управління надійністю.

Блок PNFO розглядається як блок прогнозування негативних факторів ще з тієї причини, що він проводить аналіз звертань учасників процесу функціонування TS, які можуть представляти собою видачу команд системі, запити про ті чи інші дані, що стосуються функціонування системи, введення запитань про події, що зафіксовані користувачами чи обслуговуючим

персоналом, та інші текстові повідомлення, що інтерпретуються блоком, як інформація з оточуючого середовища.

Розглянемо більш детальніше фрагмент протидії негативним факторам, що призводять до зниження рівня надійності систем. Перш за все необхідно визначити типи можливих негативних факторів. До негативних факторів оточення можна віднести наступні:

- Природні фактори, що діють фізично на об'єкт захисту і виникають досить рідко, наприклад, затоплення водою, землетруси, руйнування оточуючої забудови, що функціонально має відношення до об'єкту захисту;
- Технічні фактори, що мають місце в рамках TS, але при їх недопустимих змінах, останні починають діяти на сусідні фрагменти TS, наприклад, при складуванні хімічних речовин, останні, при виникненні несанкціонованих ситуацій, можуть негативним чином діяти на фрагменти TS;
- Людські фактори, які ініціюються упередженими або неупередженими діями довільних учасників процесу функціонування TS;

До негативних факторів внутрішнього походження слід віднести наступні чинники:

- Несправності, що представляють собою фізичні зміни в компонентах TS, наприклад, зниження міцності вузлів через надмірну їх навантаженість, збільшення кількості фактів дії на процес функціонування TS допустимих по величині навантажень, помилки в програмних засобах, що визначають дію на елементи TS чинників, що негативно діють на окремі вузли і т.д.

Проти різних типів або класів негативних факторів, що викликають несправності, необхідно використовувати різні типи способів протидії. Це обумовлюється тим, що така протидія повинна діяти не тільки на саму несправність, яка виникла в TS, а на усунення причин, що до такої несправності привели і, природно, на усунення самої несправності. Усунення несправності може реалізовуватися з участю обслуговуючого персоналу та без його участі, в автоматичному режимі. Для спеціалізованих систем, у випадку, коли несправність виникає в період функціонування, який будемо називати критичним, несправність повинна усуватися автоматично без участі обслуговуючого персоналу. Це потребує значного ускладнення конструкції TS і реалізується у тих випадках, коли конструкція або структура TS, дозволяє функціонально локалізувати виявлену несправність і порівняно просто демонтувати несправний вузол і замінити його іншим. При цьому демонтаж може бути фіктивним і полягати у відключенні відповідного вузла від системи і підключенні функціонально також вузла на місце відключеного. В електронній техніці такий спосіб відомий достатньо давно і називається резервуванням [3,4]. В цьому випадку для заміни вибирається така

комплектація вузла, яка вміщає не тільки несправну деталь, а й причину виникнення несправності. Цей спосіб протидії приводить до впровадження значної надмірності у конструкцію TS. Спосіб, який вимагає лише функціональної надмірності полягає у вилученні з процесу функціонування певного вузла. При цьому, звуження функціональних можливостей системи не повинно приводити до неможливості TS розв'язувати поставлену перед нею задачу. У певних типах технічних систем, можна таким способом конструювати останні, щоб можна було передбачити можливість припинення розвитку несправності на час, що необхідний для завершення критичного періоду функціонування технічного об'єкту. В кожному окремому випадку, який визначається типом системи, така можливість реалізується персонально різними способами.

Приймаючи до уваги сказане вище, стає зрозуміло, що для можливості реалізації такого типу протидії несправностям на етапі проектування необхідно передбачити і встановити вузли, деталі та фрагменти, які слід визнати не достатньо надійними і конструктивно передбачити можливість їх заміни в процесі функціонування системи. Може скластися враження, що ця ситуація суперечить принципам побудови надійних технічних систем. Насправді, існує досить широкий спектр методів забезпечення необхідного рівня надійності, і один із способів розв'язку цієї задачі полягає у тому, щоб при визначенні недостатньо надійних компонент, так сконструювати систему, щоб можна було проводити їх заміну, особливо, коли вдається забезпечити заміну таких компонент в автоматичному режимі.

Більш складною є задача реалізації протидії несправностям, що обумовлюються зовнішніми факторами, які виникають в оточенні системи. Природні та технічні фактори розглядати не будемо, а зупинимось на людських факторах. У випадку людських факторів проблема протидії причинам виникнення несправностей є більш складною, ніж у випадку протидії внутрішнім факторам, що приводять до виникнення несправностей. У випадку проектування та експлуатації спеціалізованих систем, особливо, якщо вони є небезпечними для оточення, така протидія часто обмежується методами, що мають відношення до соціальних складових процесу функціонування відповідних систем. Відповіді обмеження у способах розв'язування цієї проблеми є не достатнім, що ілюструє цілий ряд факторів, зв'язаних з функціонуванням таких систем.

1. *Бендам Д., Пирсол А.* Прикладной анализ случайных функций. М.: Мир, 1979.
2. *Chen J., Potton R.J.* Robust Model Based Fault Diagnosis for Dynamic Systems. Boston: Cleiver Academic Publishers, 1999.
3. *Gertler J.* Fault Detection and Diagnosis in Engineering Systems. New York: Marcel Dekker. Inc. 1998.
4. *Mangoubi R.S.* Robust estimation and failure detection. Berlin: Springer. 1998.

*Поступила 11.10.2010р.*