

УДК 629.45 : 629.4.083

В.Ф.ГОЛОВКО, д-р техн. наук, В.В.БОНДАРЕНКО

Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНТРОЛЬНИХ І ДІАГНОСТИЧНИХ ТЕСТІВ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ВАГОНІВ

Розглядається роль технічної діагностики як заходу удосконалення технічного обслуговування пасажирських вагонів та підвищення їхньої експлуатаційної надійності. Аналізуються існуючі методи побудови оптимальних контрольних і діагностичних тестів. Запропоновано підхід щодо побудови оптимальних тестів для систем електропостачання пасажирських вагонів, основою якого є зведення задачі побудови тестів до класу комбінаторних задач.

Сучасні тенденції розвитку вітчизняного і зарубіжного вагонного парку свідчать про ускладнення елементної бази пасажирських вагонів. У першу чергу це стосується систем електропостачання, де всі функції керування, контролю і діагностики виконує електроніка. Підтримка високого рівня обслуговування цих систем вимагає проведення фундаментальних досліджень у галузі удосконалення методів і засобів технічного діагностування. У зв'язку з цим вважаємо за доцільне провести аналіз існуючих методів побудови оптимальних контрольних та діагностичних тестів і запропонувати шляхи їх удосконалення.

Як відомо, розробка діагностичного забезпечення для систем електропостачання пасажирських вагонів (далі – систем) починається з побудови діагностичних моделей (ДМ). Будь-яку ДМ слід розглядати як сукупність методів побудови математичної моделі, що визначає методику формування способів і алгоритмів оцінки технічного стану системи [1]. Опис ДМ може бути заданий в аналітичній, табличній, графічній та іншій формах. Найбільш розповсюдженою є таблична форма подання ДМ.

Позначимо множину технічних станів системи, яка контролюється, символом A . Нехай a_0 позначає роботоздатний стан системи, а a_i – i -й нероботоздатний стан, $i=1\dots n$, де n – загальна кількість відмов, визначених для розпізнавання у процесі діагностування.

Кожному i -му нероботоздатному стану ставиться у відповідність відмова a_i з множини A і навпаки.

Таблична модель являє собою прямокутну таблицю (таблиця).

У рядках таблиці наведені відповідні припустимі елементарні перевірки, тобто ознаки g_i у контрольних точках системи, а в стовпцях – технічні стани a_i системи в множині A . У клітці таблиці, розташованій на перетині рядка g_i і стовпця a_i , проставляють результати елеме-

нтарної перевірки g_i системи, що знаходиться у стані a_j . Якщо при перевірці ознаки g_i останній знаходиться у допуску для системи, що перебуває в стані a_j , то результату перевірки присвоюється $R_{ij} = 0$. Якщо ознака g_i знаходиться не в допуску, то $R_{ij} = 1$.

Таблична форма подання діагностичної моделі системи електропостачання вагона

G/A	a_0	a_1	a_2	...	a_n
g_1	0	R_{11}	R_{12}	...	R_{1n}
g_2	0	R_{21}	R_{22}	...	R_{2n}
...
g_k	0	R_{k1}	R_{k2}	...	R_{kn}

У наведеній таблиці в стовпці a_0 проставлені всі результати перевірок, що дорівнюють 0, оскільки цей стовпець відповідає роботоздатному стану системи. Для оптимізації контрольних тестів застосовують методи, що дозволяють побудувати мінімальний контрольний тест (МКТ). При цьому виходять з таких припущень: у кожний фіксований момент часу несправним може бути тільки один елемент пристрою; несправність елемента має стійкий характер.

Нехай вивчається система електропостачання, що має N вхідних сигналів: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{N-1}, x_N$ і M елементів: $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{M-1}, a_M$, для яких побудована матриця несправності. Найпростіший для цього пристрою – повний тест, тобто послідовна перевірка правильної роботи вхідних змінних на всіх наборах. Але такий тест є надлишковим, тому що елементи перевіряються багаторазово при різних вхідних наборах. У цьому випадку виникає завдання визначення такої мінімальної кількості вхідних наборів, на яких кожен елемент перевіряється не менше одного разу.

Вхідні набори множини G і елементи, що перевіряються на цих наборах, зв'язують деякою функцією

$$Bg_0 = A_0, Bg_1 = A_1, Bg_{2N-1} = A_{2N-1}$$

де $A_0 * A_1 * A_2 * \dots * A_{2N-1} \in A$ (* означає логічне множення (кон'юнкцію)).

Підмножина елементів, що перевіряються на наборі, може бути записана так: $A_i = \{ a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik} \}$.

Властивістю підмножини A_i є наявність як пересічних, так і непересічних підмножин. У цьому випадку задачу побудови МКТ можна сформулювати в такий спосіб. У множині G необхідно знайти підмножину T найменшої потужності, де для будь-якого $a_j \in A$ знайдеться таке $g_i \in T$, що $a_j \in Bg_i$. У такій постановці ця задача зводиться до

задачі про мінімальне покриття таблиці і вирішується за допомогою наступного алгоритму [2]:

складається булевий добуток

$$P_1 * P_2 * \dots * P_M,$$

де $P_i = g_{i1} + g_{i2} + \dots + g_{ik}$, + означає логічну суму (диз'юнкцію), а підмножина наборів відповідно складає $Bg_{i1} = A_{i1}$, $Bg_{i2} = A_{i2}$, $Bg_{ik} = A_{ik}$, причому $A_{i1} * A_{i2} * \dots * A_{ik} = A_i$.

A_i складається з одного елемента a_i . Іншими словами, знаходимо деяку сукупність наборів $\{g_{i1}, g_{i2}, \dots, g_{ik}\}$, яка перевіряє елемент a_i .

Отриманий вираз зводимо до диз'юнктивної нормальної форми з подальшим вибором добутку з мінімальною кількістю членів. Цей добуток (один чи декілька) і буде мінімальним контрольним тестом. При перетвореннях використовуються такі правила алгебри логіки:

Приведений вище алгоритм дозволяє будувати оптимальні контрольні тести, але він важко формалізується і його реалізація на ЕОМ є трудомісткою, особливо для великої кількості перевірок.

Для оптимізації діагностичних тестів, на відміну від контрольних тестів, існує ще більша кількість методів, що дозволяють побудувати МКТ.

Діагностичним тестом є множина T перевірок, що мають властивості виявлення будь-якого нероботоздатного стану і розпізнавання всіх нероботоздатних станів по множині A .

Існує багато методів знаходження досить близьких до мінімального набору ознак. Однак завжди точну мінімальну кількість ознак дає тільки один метод – метод точного визначення мінімального набору ознак станів у тесті Чегіса - Яблонського, що складається з таких етапів:

- для кожної пари станів записують умови розрізнення;
- записують розрізняльну логічну функцію, що визначає умови розрізнення всіх станів;
- за допомогою правил алгебри логіки виконують спрощення розрізняльної логічної функції і її перетворення до диз'юнктивної нормальної форми (ДНФ);
- з множин кон'юнкцій, що входять у ДНФ, вибирають рішення:
 - а) якщо вартість елементарних перевірок однакова – кон'юнкція мінімального рангу, а за наявності декількох – будь-яка з них;
 - б) якщо вартість елементарних перевірок різна, то для кожного варіанта побудови діагностичного тесту визначають його вартість і вибирається тест мінімальної вартості.

При перетворенні використовують правила алгебри логіки. При

великій кількості станів і перевірок метод має потребу у великому обсязі обчислювальних робіт. Але це єдиний метод, що дає точне рішення при пошуку мінімальних тестів. Існують також спеціальні методи, але вони приблизні і мають ряд обмежень.

Таким чином, проведений аналіз показав, що завдання розробки методів побудови оптимальних контрольних і діагностичних тестів є актуальним. Можна стверджувати, що для систем електропостачання пасажирських вагонів доцільно використовувати точні методи побудови оптимальних тестів, але з подальшим підвищенням їхньої ефективності. Для цього пропонується підхід до побудови оптимальних тестів, основою котрого є зведення задачі побудови тестів до класу комбінаторних задач.

1. Гуляев В. А. Контроль ЭВМ. – К.: Наукова думка, 1977. – 168с.

2. Гольдман Р. С., Чипулис В. П. Техническая диагностика цифровых устройств. – М.: Энергия, 1976.

Отримано 10.01.2002

УДК 621.315.3

В. И. КОВАЛЕНКО

Харьковская государственная академия городского хозяйства

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ИЗОЛЯЦИИ ТРОЛЛЕЙБУСОВ

Рассматриваются нормативные требования к изоляции электрооборудования троллейбусов, определяющей уровень электробезопасности.

Основное назначение изоляции троллейбусов – обеспечение функционирования электрического оборудования, безопасности перевозки пассажиров и обслуживающего персонала.

Согласно ГОСТ 12.1.009-76 под термином "электробезопасность" понимается система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества. Электробезопасность может быть обеспечена:

- конструкцией электроустановок (в первую очередь изоляторов);
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

В свою очередь, в соответствии с ГОСТ 12.1.019-79 электробезопасность обеспечивается посредством защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям электроустановок, поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим