

УДК 629.4

УДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ФУНКЦІОНУВАННЯ СТАЦІОНАРНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Черніков В.Д., Наталуха Н.В., Брагін М.І.

IMPROVING FUNCTIONING MODELS OF STATIONARY OBJECTS RAILWAY AUTOMATICS

Chernikov V., Nataluha N., Bragin N.

Проведено аналіз існуючих моделей функціонування стаціонарних об'єктів залізничної автоматики. Дослідження та аналіз схем вмикання стаціонарних пристроїв залізничної автоматики показав їх достатнє, адекватне відтворення у вигляді множини вхідних сигналів для побудови інформаційних моделей систем об'єктів залізничної автоматики. Розглянуто процес функціонування пристроїв станційної автоматики в частині взаємодії з підлоговим обладнанням і черговим по станції. Удосконалена математична модель функціонування системи станційної автоматики. Визначено, що систематична зміна нормативної бази забезпечить плавний перехід від різних моделей управління до стандартизованих моделей безпечного управління стаціонарними об'єктами залізничної автоматики.

Ключові слова: удосконалення, модель, автоматика, стаціонарний об'єкт, черговий по станції, підлогове обладнання.

Вступ. Постановка проблеми. Інформаційно-технічний та нормативний стан залізниць України не встигає за вимогами сучасного рівня. На більшості станцій та перегонів експлуатуються технічні засоби, побудовані в кінці 60-х років, і раніше. Використання морально і фізично зношеного обладнання не представляє реальної можливості для створення нової технології управління залізницями. Таким чином, необхідно здійснити структурну перебудову, як технології роботи залізничного транспорту, так і всієї технічної і нормативно-технічної політики Укрзалізниці.

Для забезпечення технічної модернізації, підвищення швидкостей руху та модернізації пристроїв при забезпеченні необхідного рівня безпеки необхідно не скільки збільшення дільничної швидкості руху по ділянці, скільки збільшення швидкості доставки вантажу або проходження по території всієї держави (комерційної швидкості). Отже підвищення комерційної швидкості перевезень пов'язано із зменшенням витрат часу на зупинки, простої, очікуван-

ня формування, проходження небезпечних ділянок та маневри, що безпосередньо пов'язано з можливістю автоматизованих і автоматичних (диспетчерських) систем управління [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначено, що існуючі моделі функціонування станційних пристроїв автоматики, орієнтовані, в основному, на релейну елементну базу. Однак, в даний час, необхідно мати такий формальний опис, на основі якого можливий синтез моделі функціонування станційних систем різного типу, без прив'язки до конкретної станції або елементної бази пристроїв автоматики. Цим вимогам, в значній мірі, відповідає теорія графів, зокрема орієнтованих.

Дослідження та аналіз схем вмикання стаціонарних пристроїв залізничної автоматики показав їх достатнє, адекватне відтворення у вигляді множини вхідних сигналів для побудови інформаційних моделей систем об'єктів залізничної автоматики (СОЗА). Визнано достатню достовірність вхідних сигналів, що отримуються від датчиків у вигляді дискретної множини. На базі отриманої множини можна побудувати розширені, інформаційні моделі та визначити окремі (базові) стани СОЗА за допомогою функцій алгебри-логіки. Обмежувальним критерієм розширення кількості станів висунуто мінімальні витрати коштів. Для цього розглянемо процес функціонування пристроїв станційної автоматики в частині взаємодії з підлоговим обладнанням і черговим по станції (ДСП). У кожен момент часу в систему надходять дані від датчиків підлогового обладнання, відбувається формування керуючих сигналів, а так само візуалізація деякою інформацією на пульті ДСП. Одночасно з цим, визначено один або кілька можливих переходів, що викликаються будь-яким системним подією. Ініціалізовані ДСП або зміною стану датчиків переходи утворюють траєкторію функціонування системи станційної авто-

матики. При цьому необхідно відзначити три моменти [2, 3, 4].

Мета. Удосконалити модель функціонування стаціонарних об'єктів залізничної автоматики.

Результати досліджень. Розглянемо процес функціонування пристроїв станційної автоматики в частині взаємодії з підлоговим обладнанням і черговим по станції (ДСП). У кожен момент часу в систему надходять дані від датчиків підлогового обладнання, відбувається формування керуючих сигналів, а так само візуалізація деякою інформацією на пульті ДСП. Одночасно з цим, визначено один або кілька можливих переходів, що викликаються будь-якою системною подією. Припускається, що $\exists V_i, V_j$ - безлічі інформаційних елементів певного типу, що належать різним конфігураціям такі, що $V_i = V_j$, де V_i, V_j - видимі інформаційні елементи.

Кожна конфігурація видимих інформаційних елементів V_i, \dots, V_n створює передумови для одного або декількох переходів системи в стани D_i, \dots, D_n . Ініціюють переходи якісь системної події, які визначаються як діями чергового по станції, так і зміною стану датчиків підлогового обладнання. Будемо вважати, що ДСП з однаковою ймовірністю може вибрати один з можливих в системі варіантів керуючих впливів. Отже, на етапі проектування всі дозволені події "а ргіон" для розробника випадкові і рівноймовірні, а значить, системні події при моделюванні можна виключити з розгляду. Під інформаційним елементом розуміються активні в даний момент часу дані, з усіх передбачених на етапі проектування. З деякими з них пов'язані можливі системні події, рівноймовірно і випадково ініційовані ДСП або зміною стану датчиків. На основі сказаного можна зробити висновок, що модель є динамічною, і зміна внутрішнього стану повністю визначаються інформаційним масивом або структурою W , яка є сукупністю:

$$W = \{V, S, B, F, H\}$$

де V - множина інформаційних елементів, що об'єднують різну кількість елементів визначеного типу.

B - множина дозволених переходів;

S - множина сценаріїв;

F и H - відображення $F: S \rightarrow B; H: B \rightarrow S$.

Система станційної автоматики є динамічною, і зміна її внутрішнього стану повністю визначається виразом даним.

Істинність виразу можна довести, методом порівняння з моделлю функціонування кінцевого автомата. Дійсно, абстрактний кінцевий автомат (рис. 1), містить деяку кількість вхідного алфавіту $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$ вихідного алфавіту $Z = \{z_1, z_2, z_3, \dots, z_n\}$, внутрішніх станів S , початко-

вого стану $s_1 \in S$, функції переходів $\delta(a, s)$ і функції виходів $\chi(a, s)$, а модель його функціонування описується виразом:

$$M = (A, S, Z, s_1, \delta(a, s), \chi(a, s))$$

Запропонована вище модель і інформаційна структура узгоджуються з математичним апаратом мереж Петрі [5,7] (з деякими обмеженнями). На основі слідства, функціонування системи станційної автоматики можна представити графічно (рис. 2.) і у вигляді виразу:

$$N = \{P, T, F, H, M_0\}$$

де $P = \{p_i\}, i = \overline{1, n}$ - кількість позицій;

$T = \{t_j\}, j = \overline{1, m}$ - кількість переходів, причому $P \cap T = \emptyset$;

F та H - відображення $F: P \rightarrow T; H: T \rightarrow P$, задані матрицями інцидентності $F: P \times T \rightarrow \{0,1\}$ та $H: T \times P \rightarrow \{0,1\}$, причому $F(p, t) = 1$, якщо перехід t інцидент позиції p , $H(t, p) = 1$, якщо позиція p інцидент на переходу t ;

$M_0: P \rightarrow \{0,1,2,\dots\}$ - початкове маркування або розмітка.

У рамках даної моделі інформаційні елементи системи станційної автоматики є безліччю позицій P ; T - безліч всіх можливих переходів; сенс відображень F і H очевидний; активному (мабуть) елементу відповідно позначена позиція; сценарієм (безлічі видимих елементів) - деяка розмітка M ; безлічі сценаріїв - безліч допустимих розміток; початкового сценарієм після активізації додатки - початкова розмітка M_0 ; рівної ймовірності реакцій користувача - рівноймовірно спрацювання переходів. Слід зазначити, що загальний апарат мереж Петрі для повної адаптації до задачі моделювання роботи системи автоматики на станції потребує суттєвого обмеження: кількість фішок в кожній позиції не може перевищувати однієї, тобто початкова маркування $M_0: P \rightarrow \{0,1\}$. Це означає, що будь-який сценарій не передбачає активності двох ідентичних інформаційних елементів. Дійсно, одна секція не може бути задіяна у двох маршрутах, одне показання світлофора не може одночасно дозволяти рух по двом різним маршрутам, і т.д. Природно, дане обмеження не є властивістю топології мережі, воно апріорно накладається на мережу, виходячи з логіки роботи централізації. Система автоматики функціонує, переходячи від сценарію до сценарію (тобто від розмітки до розмітки). Стан системи в деякий момент часу визначається безліччю активізованих інформаційних елементів, або деякої розміткою M . Запуск одного з дозволених переходів здійснюється в результаті дій чергового по станції або зміни стану

датчиків, що приводить до зміни поточного стану системи за допомогою зміни розмітки. Таким чином, запроваджений апарат обмежених мереж Петрі дозволяє адекватно описувати динамічну модель функціонування системи станційної автоматики. У той же час, для вирішення питання про доцільність застосування мереж Петрі, необхідно довести їх безпеку і активність. Так, за визначенням [3], мережа Петрі безпечна, якщо будь-яка її позиція містить не більше однієї фішки: $\forall p_i \in P$ та $\forall M \in R(N) : M(p_i) \leq 1$. Оскільки спочатку було накладено обмеження на структуру мережі, то модель є безпечною протягом усього часу функціонування додатка. Під активністю моделюється структури розуміється відсутність тупикових станів або тупикових розміток, і в роботі [4] вона визначена наступним чином. Перехід t_j називається активним або живим, якщо для всякої $M' \in R(N)$ існує така послідовність запусків $\tau = (t_{j_1}, t_{j_2}, \dots, t_{j_r})$, що перехід t_j буде дозволений, тобто перехід активний, якщо він досяжний від будь-якої розмітки. Мережа активна, якщо всі її переходи активні. Для процесу функціонування системи автоматики на станції це означає, що існує можливість або продовження реалізації деякої функції, або повернення до попереднього стану. У реальних пристроях ця вимога виконується, наприклад, ДСП встановлює маршрут, якщо в системі неможлива реалізація цього завдання (наприклад, зайнята секція маршруту), то вона повертається в початковий стан. Активна мережа володіє властивістю досяжності будь-якої розмітки $M' \in R(N)$ від будь-якої розмітки $M'' \in R(N)$, а оскільки мережа є живою, якщо всі її переходи живі, то задача дослідження живості мережі (тобто відсутності тупикових ситуацій) зводиться до задачі досяжності переходів. Однак це питання є досить складним, і в рамках загальної моделі функціонування системи станційної автоматики його однозначне рішення не можливо. Крім того запропонована модель не має у своєму складі засобів опису структури системи і апарату маніпулювання даними. У зв'язку з цим, необхідно більш деталізувати загальну модель, а саме: виділити об'єкти системи автоматики, провести аналіз функціонування та здійснити синтез приватних моделей об'єктів.

В результаті реалізації моделі складена статистична функція розподілу тривалості проміжку часу між подіями об'єкту «світлофор Ч», розраховані середні арифметичні значення та статистична дисперсія для основних типів об'єктів обробки статистичних даних на ЕОМ, за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення.

Суттєвою відмінністю даного дослідження від уже відомих у стандартизації моделей безпечної управління системами станційної автоматики є стандартизація моделей зі збільшенням кількості станів для вирішення проблем оцінювання якості (технічного стану) стаціонарних об'єктів та застосування їх

у мікропроцесорних системах, котрі розробляються на базі існуючих датчиків інформації [6].

Реалізація таких моделей дозволить створити стандарт на відображення та сприяти розв'язанню проблеми збільшення швидкості руху поїздів з одночасним зменшенням витрат часу на простоті.

Висновки. Визначено, що систематична зміна нормативної бази забезпечить плавний перехід від різних моделей управління до стандартизованих моделей безпечної управління стаціонарними об'єктами залізничної автоматики. На базі отриманої множини пристроїв залізничної автоматики визначені окремі (базові) стани СОЗА, для цього розглянуто процес функціонування пристроїв станційної автоматики в частині взаємодії з підлоговим обладнанням і черговим по станції. Удосконалена математична модель функціонування системи станційної автоматики.

Визначено, що моделі цього рівня дозволяють реалізувати експертні системи за дистанційною оцінкою технічного стану самих елементів залізничної автоматики. Додаткові стани вимагають більшого інформаційного поля для їх представлення і передачі по каналах зв'язку. Для реалізації моделей в системах управління доцільно застосовувати енергозбережні технології світового рівня.

Л і т е р а т у р а

1. Глушков В. М. Синтез цифровых автоматов. Том 1. М.: Физматгиз, 1962.
2. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. - М.: Мир, 1984. - 264с.
3. Мойсеенко В. И., Поддубняк В. Й., Радковский С. А. Моделирование состояний объектов систем железнодорожной автоматики. //Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. 4/2001, Харьков. - С. 40-44
4. Грунтов П. С., Бабченко С. А., Захаров И. Е. Автоматизированные системы управления на железнодорожном транспорте. Учебное пособие. Ч. II / Под ред. Грунтова П. С.; БелИЖТ, 1987. - 69 с.
5. Дубов Ю. А., Травкин С. И., Якимец В. Н. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем. М.: Наука, 1986.
6. Гринь В. Ф. Программная увязка управляющей вычислительной машины и диспетчерской централизации. В сб. Кибернетика и транспорт. - М: «Наука», 1967. - С. 101-117.
7. Загарий Г. И., Федюшин Ю. М. Моделирование процесса перевозок на железных дорогах Украины с помощью расширенных сетей Петри // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. 4/1997, Харьков. - С. 52-56.

R e f e r e n c e s

1. Glushkov V. M. Synthesis of digital automats. Tom 1. M.: Fizmatgiz, 1962.
2. Piterson. Theory of petrinets and design of the systems. it is M.: the World, 1984. - 264с.
3. Moiseenko V. And., Suboakery of V. Й., Radkovskiy S. And. Design of the states of objects of the systems of railway automation. //Informatively-managing systems on a railway transport. 4/2001, Kharkiv. - С. 40-44

4. Gruntov P., Babchenko C. And., Zacharov And. E. CASS of management on a railway transport. Train aid. Ч. II / Under ред. Грунтова П. С.; БелИЖТ, 1987. - 69 p.
5. Dubrov of Ю. And., Travkin C. And., Yakimets V. H. Multicriterion models of forming and choice of variants of the systems. M.: Science, 1986.
6. Grin B. Ф. Programmatic tying up of managing calculable machine and controller's centralization. In сб. Cybernetics and transport. it is M: «Science», 1967. _ С. 101-117.
7. Zagariy and., Fedyushin M. Design of process of transportations on the railways of Ukraine by means of the extended petrinets // Informatively-managing systems on a railway transport. 4/1997, Kharkiv. _ С. 52-56.

Черников В.Д., Наталуха Н.В., Брагин Н. И. Усовершенствование моделей функционирования стационарных объектов железнодорожной автоматики.

Проведен анализ существующих моделей функционирования стационарных объектов железнодорожной автоматики. Исследование и анализ схем включения стационарных устройств железнодорожной автоматики показал их достаточное, адекватное воссоздание в виде множества входных сигналов для построения информационных моделей систем объектов железнодорожной автоматики. Рассмотрен процесс функционирования устройств станционной автоматики в части взаимодействия с напольным оборудованием и дежурным по станции. Усовершенствована математическая модель функционирования системы станционной автоматики. Определено, что систематическое изменение нормативной базы обеспечит плавный переход от разных моделей управления к стандартизированным моделям безопасного управления стационарными объектами железнодорожной автоматики.

Ключевые слова: усовершенствование, модель, автоматика, стационарный объект, дежурный по станции, напольное оборудование.

Chernikov V, Nataluha N., Bragin N. Improving functioning models of stationary objects railway automatics.

The analysis existing models of stationary objects functioning railway automation. Research and analysis switching circuits fixed rail automation devices showed them sufficient, adequate reproduction in a plurality of input signals for building information models railway automation objects. The process functioning the station automation devices in terms of interaction with the equipment and the floor next to the station. Advanced mathematical model station automation system. Determined that the systematic change in the regulatory framework will ensure a smooth transition different management models to standardized models stationary objects safe management of railway automation. The essential difference between the study already known models in the standardization safe automation systems control the station is to standardize models with an increasing number of states to address quality evaluation (technical condition) stationary objects and their use in microprocessor-based systems, which are developed on the basis of existing sensor information.

Keywords: improvement model, automatic, stationary object, duty station, floor equipment.

Черніков В.Д. – ст. викл. кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, Україна.

Наталуха Н.В. – магістрант кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, Україна.

Брагин М.И. – аспірант кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті», СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, Україна.

Рецензент: Соколов В.І., д.т.н., проф.

Стаття подана 13.03.2015