

ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВАГОНІВ У ВІДЧЕПІ

У статті наведено опис імітаційної моделі процесу ідентифікації рухомого потягу на залізничному транспорті. Ідентифікація охоплює визначення кількості осей, вагонів у відчепі та характеристики кожного з них. Результати моделювання підтверджують правильність роботи розробленої методики ідентифікації.

Вирішення задачі визначення кількості та вісності рухомих одиниць у відчепі можливе із застосуванням різних методів, але найбільш раціонально ця задача вирішується в системах, що використовують дві контрольні точки. На теперішній час існує ряд подібних методів для вирішення даної задачі [1, 2, 3]. Але, як показали дослідження (процес ідентифікації проводився на імітаційній моделі), запропоновані методи не зовсім коректно працювали в деяких випадках. Наприклад, коли відстань між крайніми вісями суміжних вагонів у відчепі менша, ніж відстань між датчиками.

Більшість методів визначення кількості та вісності рухомих одиниць у відчепі подані у авторських свідоцтвах. Логіка обробки сигналів у таких системах реалізована на функціональних логічних елементах. Алгоритми обробки сигналів досить складні, тому їх реалізація у вигляді функціональних блоків дуже громіздка і трудомістка. Сьогодні, коли комп'ютерна техніка в достатній мірі розповсюджена на залізницях, стала можливою обробка сигналів безпосередньо на ПЕОМ. Головною задачею є отримання та перетворення сигналів від засобів залізничної автоматики, а їх обробку буде виконувати програма, що працює в ПЕОМ. Переваги такого підходу в тому, що алгоритм обробки сигналів може бути як завгодно складним, а його реалізація у вигляді програми не настільки складна у порівнянні з реалізацією у вигляді електричних логічних елементів.

В результаті проведених досліджень та аналізу використаних на залізничному транспорті засобів автоматики та обчислювальної техніки, була розроблена система визначення кількості та вісності вагонів, що входять в склад відчепа [4]. Для апробації та перевірки правильності роботи методу визначення кількості та вісності вагонів у відчепі, поданого в роботі [4], було вибрано імітаційне моделювання.

Мета та задачі моделювання. Розроблені алгоритми обробки сигналів від контрольних точок КТ1 та КТ2 (рис.1,б) дозволяють визначити кількість вісей, вагонів у відчепі та вісність кожного з вагонів. Основною метою розробки імітаційної моделі є перевірка правильності роботи алгоритмів ідентифікації відчепа. А саме - перевірити правильність роботи алгоритмів для рухомих одиниць з критичними для даного методу міжвісними відстанями. При цьому вважаємо, що контрольні точки характеризуються постійними координатами спрацьовування при наїзді на них колеса рухомої одиниці та не є об'єктами моделювання.

Вимоги до імітаційної моделі. Імітаційна модель дозволяє реалізувати такі процеси:

- введення вхідних даних;
- графічне зображення контрольної дільниці та ідентифікації відчепа;
- обробка значимих подій для даного методу в процесі моделювання;
- управління процесом руху відчепа на контрольній дільниці;
- видача на екран (друк) результатів моделювання.

Вихідні дані містять у собі конструктивні особливості контрольної дільниці, кількісні і геометричні характеристики ідентифікації відчеплення:

- довжина рейкового кола;
- координати розташування фотодатчика;
- відстань між контрольними точками;
- кількість вагонів у відчепі;
- вісність кожного з вагонів у відчепі;
- міжвісні відстані і відстань між голівкою автозчеплення і крайньою віссю для кожного з вагонів у відчепі.

Графічне зображення руху відчепа на контрольній дільниці необхідно для візуального контролю і управління процесом ідентифікації імітаційної моделі.

Значимі події можна підрозділити на два типи: події які відбуваються усередині моделі, і події, викликані діями оператора. До першого належать: наїзд колеса вагона на контрольну точку, зайняття відчепом контрольної дільниці тощо. До другого типу належать події, зв'язані з процесом руху відчепа, що ініціюються діями оператора, а саме: зупинка, зміна напрямку і поновлення руху відчепа. Моделювання цих подій зв'язано з технологією розпуску відчепів на сортувальній гірці.

Результат моделювання повинен містити такі дані:

- вхідні дані про відчеп і контрольну дільницю;
- стан контрольних елементів (лічильників і тригерів), пристрою ідентифікації в моменти виникнення подій, що вивчаються;
- результати ідентифікації: кількість і вісність вагонів у відчепі, що пройшов.

Опис алгоритму імітаційної моделі. Для розробки імітаційної моделі використане середовище програмування Borland Delphi 5.0. Розроблена програма реалізує усі необхідні етапи моделювання процесу руху відчепа, описані вище. Дана модель представлена як детермінована, із просторовою зміною координат ідентифікації об'єкта.

Алгоритм моделі поданий на рис. 1(а,б).

Прийняті в алгоритмах скорочення:

- flag – змінна, що визначає закінчення процесу моделювання (при виході відчепа за межі контрольної дільниці отримує значення 1).
- S – координата теперішнього положення відчепа;
- S_n – координата початкового положення відчепа;
- ΔS – крок моделювання, зміщення відчепу по контрольній дільниці;
- РЦ – показники рейкового ланцюга;
- ФД – показники фотодатчика;
- Сч1, Сч2 – лічильники вісей відчепа.

-КТ1, КТ2 – контрольні точки. Наїзд колеса відчепа на КТ викликає відповідний алгоритм обробки, описаний в [4].



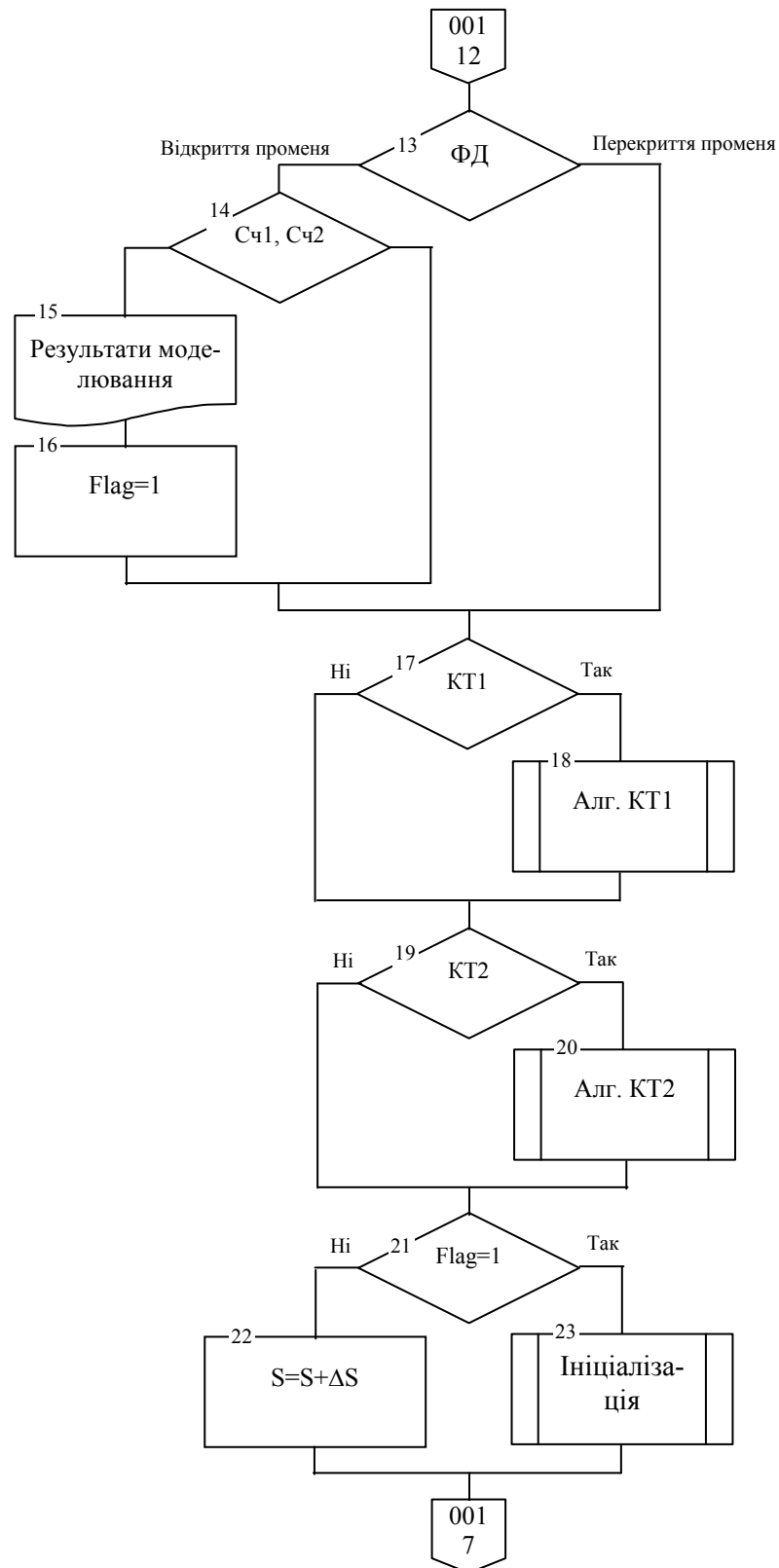


Рис. 1, б. Схема алгоритму імітаційної моделі ідентифікації відчепа (лист 002)

Введення вхідних даних передбачає завдання наступних параметрів моделювання:

- відстань між контрольними точками;
- кількість вагонів у відчепі (один чи два). Як показали попередні дослідження, для апробації методу досить розглянути ситуації з одним і двома вагонами у відчепі;

- вісність вагонів у відчепі;
- відстань між внутрішніми вісями вагона, відстань між головкою автозчеплення і крайньою віссю вагона, а для 6-ти вісних вагонів і відстань між вісями у візку (для 4-х і 8-ми вісних вагонів відстані між вісями візків приймалися рівними 185см і 185-135-185см відповідно).

Згідно з уведеними вихідними даними відбувається промальовування на екрані контрольної дільниці і відчеплення. Довжина рейкового кола і координати розміщення фотодатчика є постійними величинами і визначені відповідно до опису контрольної дільниці в [4,5].

При графічній побудові відчепа і контрольної дільниці на екрані приймався масштаб: 1 екранний піксель – 1 см. Обраний масштаб є найбільш прийнятним з погляду візуального відображення геометричних розмірів вагона на екрані, та не впливає суттєво на похибку моделювання процесу. Після визначення вхідних даних відбувається запуск руху відчепа на контрольній дільниці.

Під час моделювання можливе управління процесом з боку оператора. Це досягається шляхом використання трьох кнопок на екранній формі: «Зупинка», «Напрямок» і «Рух» (рис. 2). Кнопка «Зупинка» призначена для зупинки відчепа на контрольній дільниці. Кнопка «Напрямок» виконує зміну напрямку руху на зворотне, що відображається на екрані. Кнопка «Рух» відновляє рух відчепа в зазначеному напрямку. Маніпулюючи цими кнопками, оператор може самостійно визначати динаміку реверсивного руху відчепа на ділянці. Разом з відчепом, що рухається, екранна форма містить у собі відображення значення лічильників, що були використовані в алгоритмах методу ідентифікації.



Рис. 2. Демонстрація процесу руху відчепа на контрольній дільниці

Події, зв'язані з наїздом вісі відчепа на одну з контрольних точок, визначаються як збіг координат контрольної точки й вісі відчепа. Ця перевірка виконується щоразу, коли відображення відчепа зрушується на один піксель. У випадку збігу координат відбувається запуск відповідного алгоритму обробки наїзду на контрольну точку. В процесі виконання алгоритму моделі на екранній формі змінюються показники лічильників і тригерів. Закінченням процесу моделювання є вихід відчепа за контрольну дільницю, що визначається показниками фотоелемента. Після цього відбувається скидання системи (приведення у вихідний стан) для ідентифікації наступного відчепа. Лічильники занулюються, змінні-тригера переводяться у вихідний стан.

Кожна з подій, що описується вище, відображається в підсумковому файлі результатів, який після закінчення моделювання може бути переглянутий і виведений на друк.

Результати моделювання. З використанням розробленої моделі був проведений ряд експериментів визначення кількості й вісності вагонів у відчепі. У якості вхідних даних приймалася різна кількість вагонів у відчепі, варіювалася їх вісність і міжвісьові відстані. У таблиці 1 подано ряд проведених експериментів з визначенням міжві-

сних відстаней ідентифікації відчепів. Рисунок 3 відображає графічно прийняті в таблиці 1 скорочені назви міжвісних відстаней. Кожен експеримент містить у собі різні комбінації кількості вагонів у відчепі і їхні міжвісьові відстані, обрані для перевірки працездатності методу за наступним міркуванням:

- одиничні вагони різної вісності (експеримент № 1 – 3, 10);
- відчеп, що складається з двох вагонів. При цьому вибиралися всі можливі комбінації вагонів за вісністю (експеримент № 4 – 9, 11);
- для відчепів, що складаються з двох вагонів, вибиралися комбінації, коли відстань між крайніми вісями суміжних вагонів була менше (експеримент № 4, 7) і більше (експеримент № 5, 6, 8, 9) відстані між контрольними точками;
- відчеп складається з одного (експеримент № 10) і двох вагонів (експеримент № 11), що має відстані між внутрішніми вісями більше довжини рейкового кола (довгобазний вагон).

Адекватність моделі була перевірена за допомогою фізичної моделі, а також за допомогою математично-аналітичних розрахунків. Проведені перевірки показали повну відповідність представленій моделі реальному процесу руху відчепа на контрольній дільниці і методу ідентифікації.

Таблиця

Експерименти ідентифікації відчепів

Номер експерименту	Відчеп, що ідентифікується								Помилка ідентифікації
	1-й вагон				2-й вагон				
	Вісність	Лсц, мм	Лбт, мм	Лвн, мм	Вісність	Лсц, мм	Лбт, мм	Лвн, мм	
1	4	910	1850	4800	-	-	-	-	Немає
2	6	1360	3500	5500	-	-	-	-	Немає
3	8	1140	5050	8740	-	-	-	-	Немає
4	4	910	1850	4800	4	910	1850	4800	Немає
5	4	1420	1850	6020	6	1080	3400	5940	Немає
6	4	2705	1850	15150	8	1560	5050	7020	Немає
7	6	870	3000	7400	6	1340	3000	7300	Немає
8	6	1080	3400	5500	8	1640	5050	5500	Немає
9	8	1140	5050	7130	8	1560	5050	5470	Немає
10	4	2915	1850	15150	-	-	-	-	Немає
11	4	2185	1850	17150	8	1140	5050	11620	Немає



Висновки. Відповідно до аналізу отриманих результатів можна зробити висновок: запропонований метод визначення кількості та вісності вагонів у відчепі точно і

Рис. 3. Графічне представлення прийнятих скорочених назв міжвісних відстаней

правильно працює для будь-яких типів і моделей вагонів, абсолютно не залежить від швидкості і прискорення руху, відносно не критичний до точності фіксації вісі відчепа контрольною точкою. Таким чином, адекватність фізичної моделі підтверджена експериментальними дослідженнями, однак варіація вісності і міжосьової відстані відчепів при визначенні параметрів алгоритмізації імітаційних моделей буде досліджена в майбутньому.

The description of imitative model of rolling stock of the railway transport identification is presented in the article. The results of modelling proved the identification method to be right.

Література

1. Авторское свидетельство №1230898. В 61 L 1/16. Опубл. 15.05.86, бюл. №18. Устройство для контроля проследования и счета физических единиц железнодорожного подвижного состава.
2. Авторское свидетельство №850465. В 61 L 1/16. Опубл.30.01.81,бюл.№28. Устройство счета единиц подвижного состава.
3. Авторское свидетельство №943060. В 61 L 25/02. Опубл.15.07.82,бюл.№26. Устройство для опознания типа вагона.
4. Егоров О.И. Определение статических характеристик подвижного состава в АСУ ТП на железнодорожных станциях // Вісник Технологічного університету Поділля.- № 3, Т. 1.- 2002 .-С.34-39.
5. Ларионов А.М., Майоров С.А., Новиков Г.И. Вычислительные комплексы, системы и сети. - М.: Энергоатомиздат, 1987 - 288 с.

Одержано 14.11.2002 р.