

3. Станционные системы автоматики и телемеханики: Учеб. для вузов ж.д. трансп. / Вл.В. Сапожников, Б.Н. Елкин, И.М. Кокурин и др.; Под. ред. Вл.В. Сапожникова. – М.: Транспорт, 1997. – 432 с.

4. Мікропроцесорна диспетчерська централізація “КАСКАД” / М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, В.З. Рахматов, В.І. Троценко, М.М. Чепцов: Навч. посібник. – Харків, 2005. – 176 с.

5. Вояновски Э. Испытания новых систем управления движением поездов в рамках проекта ERTMS // Железные дороги мира. – 1998. - №12. с. 48 – 53.

6. J. del Valle Alvares, Signal und Draht, 2000, N4, S. 21- 24.

7. M. Schaal (Alcatel SEL). Signal und Draht. 1998, N 7/8, S. 20 - 22.

8. P. Böhm, J. Janle. Signal und Draht, 2000, N 6, S. 26- 29.

9. H. Thies, A. Wik. Signal und Draht, 2000, N 9, S. 16- 18, 19- 24.

10. C. Trog, G. Gatenfjord. Signal und Draht, 2002, № 5, S. 18 – 22.

11. A. Waldvogel, P. Ledergerber-Jeker. Signal und Draht, 2005, № 6, S. 34 – 38.

12. S. Schubath, U. Grotheer. Signal und Draht, 2002, № 6, S. 27 – 31.

13. Sölch R., Burkhard M. Signal und Draht, 2005, P. 25-30.

14. Busse K., Felten F. Signal und Draht, 2005, P. 10-12

УДК 656.216 : 656.259

*Кошевий С.В., к.т.н., доцент (УкрДАЗТ)*

## **ВИКОРИСТАННЯ ПАСИВНОЇ ДІНАМІЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РУХОМОГО СКЛАДУ**

**Вступ.** Як відомо, у якості основних параметрів руху поїзда виступають швидкість руху і прискорення. Поточний контроль цих параметрів повинен здійснюватися з метою забезпечення безпечної зони зближення між попутно прямуючими суміжними поїздами. При цьому оптимальне і безпечне інтервальне регулювання руху поїздів (ІРРП) можливе лише при наявності необхідного об'єму інформації про дозвільні параметри руху, які залежать від ряду факторів, що характеризують і рухомий склад (категорія поїзду, його вага, довжина, технічні параметри локомотиву та вагонів – конструкційна швидкість, гальмівні властивості і т.д.), і ділянку колії, по якій рухається поїзд (дозвільна швидкість руху у відповідності до поїзного стану попереду поїзда, категорія та технічний стан

колії, її поздовжній і поперечний профіль, наявність штучних споруд, постійних і тимчасових обмежень швидкості і т.п.).

**Постановка проблеми.** Безпека руху поїзда на дільниці за умови  $v_{\text{факт}} \leq v_{\text{констр}}$  (фактична швидкість руху не перевищує конструкційну швидкість рухомих одиниць поїзда),  $v_{\text{факт}} \leq v_{\text{дозв}}$  ( $L_{\text{гальм}} < L_{\text{міжпоїзд}}$ ) (фактична швидкість руху поїзда не перевищує дозвільну за умови забезпечення безпечної зони зближення з постійною або тимчасовою перешкодою на шляху руху, за станом верхньої будівлі колії, постійних або тимчасових обмежень швидкості руху) забезпечується як комплексом технічних засобів сигнального авторегулювання (САР) із відповідним рівнем функціональних можливостей по відбиттю небезпечних станів руху поїзда, так і локомотивною бригадою, яка має можливість безпосереднього впливу на параметри руху поїзда.

Джерелами отримання окремих видів сигнальної інформації для розрахунку і прийняття рішення про дозвільні параметри руху поїзда виступають як складові САР на локомотиві, так і відповідні колійні пристрої. Тому виникає проблема раціонального розподілу технічних засобів на локомотиві та колії для вирішення задач по найбільш ефективному із точки зору технічної реалізації, у той же час надійному та безпечному, визначенню параметрів, які у значній мірі впливають на забезпечення безпеки руху поїздів у межах дільниці залізниці.

Не викликає сумніву, що при побудові перспективних систем ІРРП на лініях будь-яких класів (категорій) із можливостями відбиття широкого кола небезпечних станів руху поїздів технічними засобами САР повинна використовуватися елементна база на основі мікропроцесорної техніки і сучасних засобів телекомунікацій [1]. Позитивними властивостями систем на такій елементній базі є можливість зчитування, обробки, збереження та передачі значних об'ємів інформації у реальному часі, організації розподілених ієрархічних мережевих структур керування або їх відносно нескладна інтеграція в існуючі локальні мережі систем керування перевізним процесом.

**Аналіз досліджень та публікацій, основні передумови розробки.** В існуючих системи ІРРП – системах автоблокування (АБ), безпечне регулювання руху поїздів на залізничній дільниці досягається за рахунок просторового інтервалу між поїздами, тобто розподілення поїздів уздовж перегону, який поділений на блок-дільниці [2]. За контролем стану блок-дільниць вони огорожуються прохідними світлофорами із сигнальним показанням у залежності від дислокації поїздів. Зайнята поїздом блок-

дільниця огорожується світлофором із забороняючим сигнальним показанням із включенням більш дозвільного сигнального показання на попередю розташованих ділянках від хвоста поїзда, якщо вони вільні, у залежності від значності АБ. Зв'язок між суміжними сигнальними установками для передачі інформації про стан попередю розташованих блок-дільниць і логічної ув'язки їх сигнальних показань в існуючих системах АБ здійснюється по провідних або колійних телемеханічних каналах.

Для забезпечення безпечного просторового інтервалу між поїздами, оптимізації параметрів їх руху, особливо на ділянках з підвищеними швидкостями, на яких гальмівні шляхи поїздів можуть охоплювати три – чотири блок-дільниці, у сучасних системах ІРРП реалізуються функції визначення координати місцезнаходження поїзда [3]. Така інформація дозволяє централізовано відстежувати відстань між попутно прямуючими поїздами. Але поточні відстані між суміжними попутно прямуючими поїздами визначаються або по координатах голови поїздів, або по їх усередненим центрам. З урахуванням значних коливань довжини поїздів це не у повній мірі відображає фактичну відстань між хвостом попередю прямуючого поїзда та головою поїзда, що рухається позаду, не тільки в системах АБ, але й у координатних системах із визначенням місцезнаходження поїзда. А це впливає на якість вирішення задачі по забезпеченню безпечної зони зближення між попутно прямуючими поїздами.

Методи пасивної ідентифікації застосовуються у системах діагностичного контролю стану буксових вузлів рухомих одиниць (ПОНАБ, АСДК-Б та ін.), при зчитуванні інформації з кодових бортових датчиків (КБД), якими обладнується рухомий склад (Amtech, Пальма, САІРС УЗ). Але отримана при цьому інформація призначена для «прив'язки» визначених аварійно нагрітих букс або зчитаних з КБД даних до конкретної рухомої одиниці та підрахунку загальної кількості рухомих одиниць у поїзді, що пройшли зону контролю, для формування відповідного повідомлення оперативному персоналу.

**Ціль роботи.** Особливість керування рухом поїздів найсучаснішими системами ІРРП – це реалізація його у автоматичному режимі із використанням каналу передачі сигнальної інформації від колійних пристроїв на рухомий склад та цифрового радіоканалу від диспетчерського центру керування, з якого передаються команди та координуючі впливи на параметри руху кожного поїзда незалежно від того, де він знаходиться – на перегоні, чи станції. У зв'язку із загальними тенденціями оновлення та розвитку систем керування процесом перевезень, спрямованими на

використання у них мікропроцесорної техніки та сучасних інформаційних технологій і з метою забезпечення у таких системах заданого рівня функціональної безпеки на дільницях будь-яких класів (категорій), для визначення параметрів рухомого складу актуальною стає задача дослідження методів і технічних засобів так званої пасивної динамічної ідентифікації. Вона не вимагатиме встановлення на рухомому складі будь-яких пристроїв та елементів конструкцій і повинна максимально використовувати інфраструктуру і канали зв'язку існуючих систем ІРПП. Це дасть можливість:

- за рахунок обчислення довжини кожного поїзда та параметрів його руху у координатних системах ІРПП контролювати поточну фактичну відстань між поїздами від голови поїзда, прямуючого позаду, до хвоста поїзда, що прямує попереду;

- сформуванню так званого «фізичного образу» рухомого складу, за яким більш достовірно визначатиметься прибуття поїзда у повному складі на станцію і вільність перегонів, обладнаних як системами напівавтоматичного блокування (НАБ), так і системами АБ на одноколіїних ділянках із двостороннім рухом поїздів, при організації тимчасового двостороннього руху поїздів по одній колії перегонів, обладнаних АБ;

- контролювати поїзний стан на залізничних дільницях, де неможливе, або ускладнене використання рейкових кіл.

**Сутність використання методу пасивної ідентифікації у системах ІРПП.** Інформацію про рухомий склад можна поділити на постійну (тип рухомих одиниць, їх кількість і взаємне положення у поїзді, номери рухомих одиниць, т. і.) та змінну (місцезнаходження, напрям та параметри руху, вага рухомих одиниць, поїзда, рід вантажу, т. і.).

Більш просто технічно, та економічно доцільно, без порушення технологічного процесу руху поїздів засобами пасивної ідентифікації автоматично визначати постійні параметри рухомого складу, як набір якісних та кількісних показників («фізичний образ»), за якими можна ідентифікувати рухомий склад. Це пояснюється тим, що при визначенні ряду параметрів поїзда методами активної ідентифікації необхідно увесь локомотивний та вагонний парк обладнувати відповідними бортовими датчиками або іншими технічними засобами. З економічних міркувань це вимагає значних капітальних вкладень на придбання та встановлення засобів ідентифікації на рухомий склад. З експлуатаційних міркувань такі системи мали б низьку достовірність та ефективність функціонування, що пов'язано із необхідністю постійного контролю за цілісністю і технічним станом великої кількості бортових датчиків (а також і напільних пристроїв

зчитування інформації з рухомого складу).

Потрібно враховувати також той факт, що перевізний процес на магістральному залізничному транспорті є відкритою системою, у яку попадає рухомий склад інших держав, принаймні ближнього зарубіжжя, а також рухомий склад різного типу, що є власністю промислових підприємств, обладнати який технічними засобами ідентифікації практично не уявляється можливим. Все це ускладнило б використання таких пристроїв у складі АСУ ТП та комплексних систем ІРРП у випадку їх орієнтації на інформацію від засобів активної ідентифікації.

Низка проблем, пов'язаних із забезпеченням заданого рівня безпеки руху на залізничній дільниці відповідного класу (категорії) може бути вирішена шляхом пасивної динамічної ідентифікації від комплексу колійних пристроїв (виконавчі пристрої – два точкових колійних датчика (ТКД) будь-якого фізичного принципу дії), що дозволяє отримати математичну модель (ідентифікатор) рухомого складу за результатами розпізнавання локомотивів та вагонів: кількість рухомих одиниць у поїзді, їх осність, порядковий номер положення у поїзді, загальна кількість осей у поїзді, довжина поїзда, фактична швидкість у точці контролю. Такий ідентифікатор  $i$ -го поїзда має вигляд:

$$P_i = [D, T_i, N_i, K_i, \bar{G}(K_i)] \quad (1)$$

де  $D$  – район дислокації (місце розташування на дільниці) точки зчитування даних з рухомого складу;

$T_i$  – час прослідування  $i$ -м поїздом  $D$ -ї точки зчитування;

$N_i$  – напрям руху  $i$ -го поїзда;

$K_i$  – кількість рухомих одиниць у  $i$ -му поїзді;

$\bar{G}(K_i)$  – одновірна матриця (вектор) параметрів, яка враховує взаємне розміщення і порядковий номер вагонів різних типів у поїзді із визначенням їх осності, загальної кількості осей у поїзді, довжини поїзда, параметрів руху (швидкість, прискорення) у точці контролю.

Результати такої пасивної ідентифікації можуть бути використані у системах:

- ІРРП на дільницях будь якої категорії – від НАБ на дільницях 5-6 категорій до ІРРП швидкісних залізничних ліній;
- автоматичної переїзної сигналізації (АПС) у місцях пересічення у

одному рівні залізниць із автомобільними дорогами;

– діагностування відповідальних вузлів та агрегатів ходової частини рухомого складу та автоматичної ідентифікації рухомого складу для АСУ ПП;

– залізничної автоматики промислових підприємств, де неможливе використання рейкових кіл за умовами їх експлуатації).

**Розпізнавання типів рухомих одиниць поїзда та визначення його довжини.** Аналіз технічних характеристик локомотивного та вагонного парку, наведених у [4], [5], [6] дозволяє зробити наступні висновки.

1) Визначаючими ознаками, що дозволяють виділяти у поїзді та ідентифікувати кожному рухому одиницю за осністю, є:

– міжосева відстань між осями у візку ( $S_B$ );

– відстань між внутрішніми колісними парами бази рухомої одиниці ( $S_6$ );

– відстань між зовнішніми колісними парами суміжних рухомих одиниць у місцях їх зчеплення ( $S_c$ ).

2) Стандартні рухомі одиниці мають симетрію відносно поперечної осі у їх центрі.

3) Рухомі одиниці у поїзді можна класифікувати з точністю до наступних груп: локомотиви, пасажирські вагони, електрорухомий склад та моторвагонні секції, вантажні вагони чотирьохосні, шестиосні, восьмиосні, транспортери, спеціальний рейковий транспорт (машини колійні та різного призначення, які можуть не відповідати властивостям, наведеним вище у пп. 1 і 2).

У рамках кожної групи є рухомі одиниці із практично однаковими ознаками  $S_B$ ,  $S_6$ ,  $S_c$ , (наприклад, чотирьохосні напіввагони, криті вагони, платформи, цистерни). Тому точна класифікація рухомих одиниць за їх типом методами пасивної ідентифікації ускладнена, однак даних про загальну кількість осей у поїзді, кількість рухомих одиниць, їх осність і місцезнаходження у поїзді за порядковим номером, загальну довжину поїзда достатньо, щоб сформувавши індивідуальний «фізичний образ» рухомого складу у цілому, який суттєво відрізняється від аналогічного ідентифікатора із виразу (1) будь-якого іншого рухомого складу.

Висока достовірність розпізнавання рухомих одиниць в поїзді може бути досягнута при точному визначенні поточних параметрів руху –

швидкості ( $v$ ) та прискорення ( $\pm \frac{dv}{dt}$ ), а також міжосьових відстаней  $S_B$ ,  $S_6$ ,  $S_c$  кожної рухомої одиниці. Наведені параметри руху технічно найбільш

раціонально отримати, використовуючи у якості первинних джерел інформації про параметри рухомого складу два ТКД із відповідною апріорі відомою відстанню між ними.

При проходженні колеса рухомої одиниці над ТКД він відпрацьовує сигнал, що позиціонує колесо відносно датчика. Фіксуючи моменти появи кожного колеса над ТКД у реальному часі, можна виділити у поїзді рухомі одиниці та їх тип у відповідності до осності (рисунок 1).

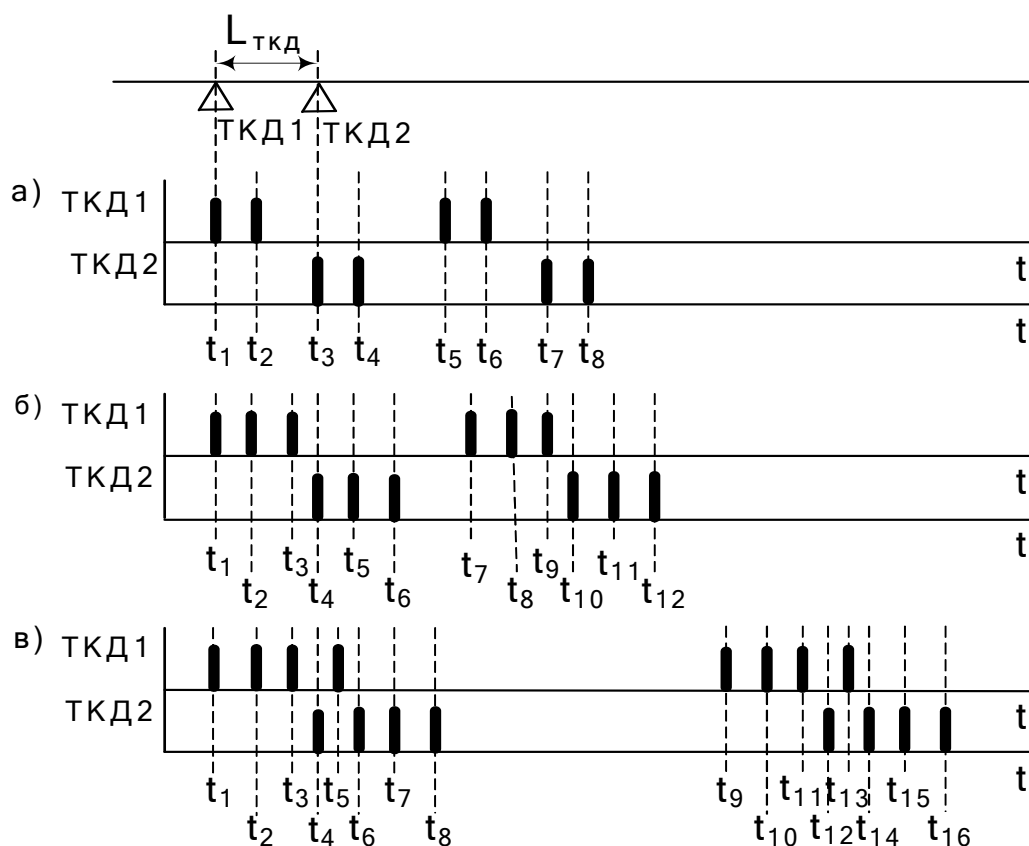


Рисунок 1 – Імпульсна послідовність із виходів ТКД1, ТКД2 при прослідкуванні повз них вантажних вагонів різних типів за осністю:  
а) чотирьохосний, б) шестиосний, в) восьмиосний

Послідовність появи сигналів на виходах ТКД1, ТКД2 (без урахування між сигналами часових інтервалів) при взаємному розміщенні датчиків на відстані  $L_{\text{ТКД}} = 4$  м при проході повз них поїзда для окремих груп рухомого складу (вагонів, локомотивів) є індивідуальною (таблиця 1).

Аналіз типів вагонного рухомого складу у [5], [6] показує, що у

вантажних вагонів відношення бази вагону до бази візка становить приблизно від 4 (вагони для перевозу цементу, хопер-дозатори) до 9 (довгобазні та рефрижераторні вагони) – у чотирьохосних вагонів, приблизно 7 – у різних типів шестиосних та восьмиосних вагонів (цистерни, піввагони). Відстані між колісними парами візків різних вагонів становлять від 1350 мм (між внутрішніми осями суміжних візків восьмиосного вагону) до 1800 – 1850 мм (двоосний візок чотирьохосного вагону). При обчисленні інтервалів часу проходу колісними парами повз один ТКД шляхом попарного порівняння суміжних інтервалів часу при будь-яких параметрах руху поїзда із урахування умов, наведених вище у пп. 1 – 3, нескладно обчислити базу вагону, яка за величиною суттєво відрізняється від суміжних інтервалів часу в межах одного вагону.

Таблиця 1 – Послідовність сигналів від ТКД при проході зони контролю найбільш розповсюджених типів рухомих одиниць вагонного та локомотивного парку

Вагони						Електровози								Тепловози			
4-х осні вантаж. ,пасаж., ЕРС		6-ти-осні вантаж.		8-ми-осні вантаж.		ВЛ8		ВЛ23 ЧС2 ЧС4		ВЛ10 ВЛ80 ВЛ82		ВЛ60		2ТЕ10 2ТЕ116		ТЕП60 ТЕП70	
Д1	Д2	Д1	Д2	Д1	Д2	Д1	Д2	Д1	Д2	Д1	Д2	Д1	Д2	Д1	Д2	Д1	Д2
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
		1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1
		0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
		0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
		0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
				1	0	0	1			1	0						
				0	1	1	0			1	0						
				0	1	0	1			0	1						
				0	1	0	1			0	1						

Примітка – Для тепловозів 2ТЕ10, 2ТЕ116 наведено сигнали для однієї секції (для другої секції – послідовність аналогічна)



Так, для вантажних вагонів, відповідно до рисунку 1, прохід колісних пар візка чотирьохосного вагону визначається інтервалами часу  $t_{виз1} = t_2 - t_1$ ,  $t_{виз2} = t_6 - t_5$ , а бази вагону (точніше, не бази, а відстані між внутрішніми колісними парами візків) -  $t_{бази} = t_5 - t_2$ . У результаті, із урахуванням динамічних властивостей рухомого складу, для будь-якої рухомої одиниці  $t_{виз1} \approx t_{виз2}$  (різниця повинна становити не більше 15%), а  $t_{бази} \approx (4 \div 9) t_{виз1}$  у залежності від типу рухомої одиниці (хопер-дозатор або довгобазний вагон).

Обчислення інтервалів часу  $t_{вх} = t_3 - t_1$ ,  $t_{вих} = t_8 - t_6$  дозволяє визначити швидкість руху вагону при вході його у зону контролю і виході із неї. При апріорі відомій відстані між ТКД1 і ТКД2 швидкість руху вагону становить:

$$v_{вх(вих)} = \frac{L_{ТКД}}{t_{вх(вих)}} \quad (2)$$

База вагону, що дозволяє виділити фізичну рухому одиницю та конкретизувати її тип, може бути визначена наступним чином:

$$L_{бази} = \left( \frac{v_{вх} + v_{вих}}{2} \right) \cdot \left[ \left( \frac{t_2 - t_1}{2} \right) + \left( \frac{t_6 - t_5}{2} \right) + (t_5 - t_2) \right] \quad (3)$$

У загальному вигляді довжина поїзда дорівнює

$$L_n = \int_0^{t_k - t_n} v(t) dt \quad (4)$$

де  $t_k - t_n$  – інтервал часу від моментів появи першого ( $t_n$ ) та останнього ( $t_k$ ) імпульсів від ТКД1;

$v(t)$  – поточна швидкість руху поїзда у момент часу  $t$ , який відраховується від  $t_n$ .

Розпізнавання кожної фізичної рухомої одиниці за обчисленою базою та виділеними колісними парами початку та кінця рухомої одиниці дозволяє розрахувати довжину  $i$ -ї рухомої одиниці:

$$L_{p.o(i)} = \left( \frac{v_{вх.p.o(i)} + v_{вих.p.o(i)}}{2} \right) \cdot (t_{1(i+1)} - t_{1(i)}), \quad (5)$$

де  $v_{вх.p.o(i)}$ ,  $v_{вих.p.o(i)}$  - відповідно розрахункові швидкості входу рухомої одиниці у зону контролю та виходу із неї;

$t_{1(i)}$ ,  $t_{1(i+1)}$  - відповідно моменти часу появи імпульсів з виходу ТКД1 від перших колісних пар  $i$ -ї та  $(i+1)$ -ї рухомих одиниць.

Якщо швидкість руху поїзда рівномірна або прискорення поїзда є постійним (рівноприскорене або рівноуповільнене), то при точному вимірі  $t_i$  та розрахованих за (2)  $v_i(t)$  ця формула (у математиці формула трапеції) є точною (інтерпретація розрахунку довжини рухомої одиниці за (5) при проході її повз ТКД1 наведена на рисунку 2.

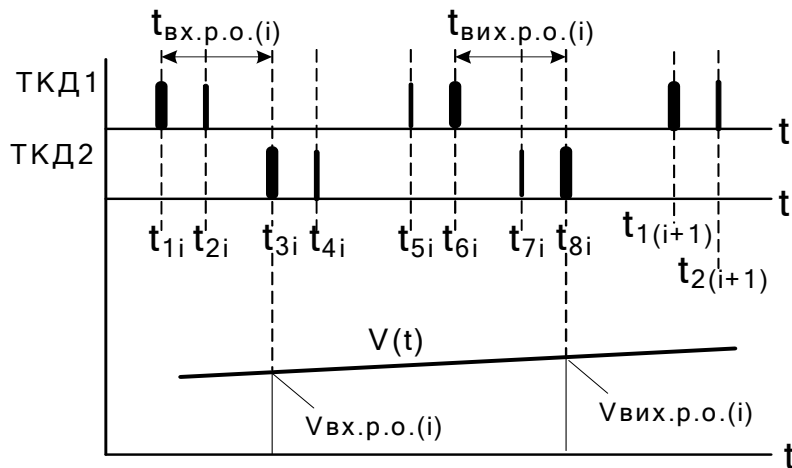


Рисунок 2 – Визначення довжини рухомої одиниці за сигналами ТКД із розрахунком швидкості її руху

Можна вважати відповідно до (2) точність розрахунку швидкостей входу  $U_{ex.p.o.(i)}$  та виходу  $U_{вих.p.o.(i)}$  рухомої одиниці у зоні контролю для визначення цільової функції – розрахунку довжини поїзда, прийнятною. За час руху першої (останньої) колісної пари по контрольованій відстані від ТКД1 до ТКД2 унаслідок значної механічної інерційності поїзда швидкість  $i$ -ї рухомої одиниці можна вважати постійною. Динаміка руху враховується, виходячи із середньої швидкості між швидкістю входу та виходу рухомої одиниці повз зону контролю. Таким чином, довжина поїзда може бути розрахована у відповідності із наступним виразом:

$$L_n \cong \sum_{i=1}^{n-1} \left( \frac{U_{ex(i)} + U_{вих(i)}}{2} \right) \cdot (t_{1(i+1)} - t_{1(i)}) + \left( \frac{U_{ex(n)} + U_{вих(n)}}{2} \right) \cdot (t_{k(n)} - t_{1(n)}) \cong \sum_{i=1}^n L_{\delta.i.(i)} \quad (6)$$

Послідовність активних сигналів із виходу ТКД1 і ТКД2 дозволяє визначити «фізичну» рухому одиницю не тільки за методом підрахунку часових відрізків від ТКД згідно формул (3), (5), але й отримати додатковий варіант визначення типу рухомих одиниць за рахунок парафазного значення сигналів від ТКД1 і ТКД2, позначених у прямокутниках рисунку 3 як події їх появи відповідно "10" або "01".

Формально зафіксована окрема послідовність сигналів від ТКД може належати кільком рухомих одиницям, тому ідентифікація типу кожної рухомої одиниці потребує більш поглибленого алгоритму обробки сигналів від ТКД із визначенням не лише осьової формули, а й відстаней між колісними парами у візках, базі рухомої одиниці, у місцях зчеплення суміжних рухомих одиниць. Але вирішення такої задачі не є потрібним і принциповим при формуванні у цілому "фізичного" образу рухомого складу (індивідуального для кожного поїзда) або з метою визначення його на залізничній ділянці серед інших поїздів, або для прийняття рішення про вільність контрольованої дільниці (перегону, блок-ділянки) та проходу її поїздом у повному складі за результатами зчитування параметрів рухомого складу на вході та виході контрольованої дільниці.

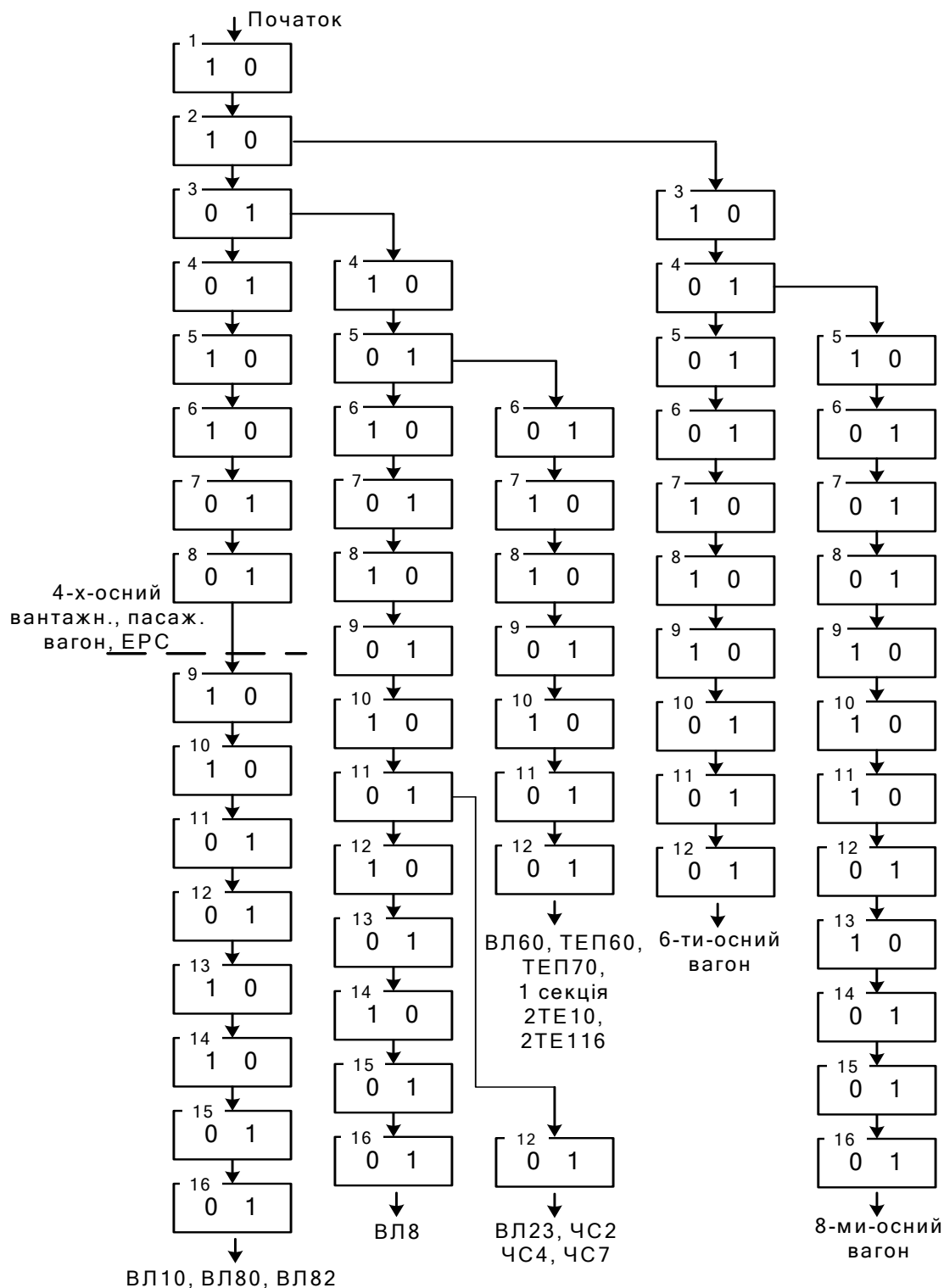


Рисунок 3 – Алгоритм визначення типу рухомих одиниць за послідовністю активних сигналів від ТКД1 і ТКД2

**Висновки.** Використання методу пасивної динамічної ідентифікації рухомих одиниць дозволяє отримати достовірні результати із формування фізичного образу поїзда, до якого входять: загальна кількість осей у поїзді; кількість рухомих одиниць із визначенням їх довжини, кількості осей, порядкового номеру розміщення у поїзді; загальна довжина поїзда.

За результатами такої ідентифікації може бути вирішена низка проблем, пов'язаних із забезпеченням заданого рівня безпеки руху на залізничних дільницях будь-якого класу (категорії) (у системах ІРРП – від НАБ на дільницях 5-6 категорій до ІРРП швидкісних залізничних ліній), пристроях АПС, перегінних і станційних системах залізничної автоматики промислових підприємств (де за умовами експлуатації неможливе використання для контролю вільності дільниць рейкових кіл).

### *Список літератури*

1. Концепция развития транспорта Украины на 1997-2010 гг. / Министерство транспорта Украины №2/21-3-1428 от 14.11.1997.- К., 1997. - 25 с.
2. Бойник А.Б., Кошевой С.В., Панченко С.В., Сотник В.А. Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах: Учебное пособие. – Харьков: УкрГАЗТ, 2005. – 256 с.
3. Кошевий С.В., Фетіщев О.В., Технології і засоби підвищення безпеки руху поїздів на дільницях залізниць // Довговічність, надійність, працездатність деталей рухомого складу залізниць та спеціальної залізничної техніки: Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – Вип. 69. – С. 67 – 80.
4. Раков В.А. Локомотивы отечественных железных дорог (1958 - 1975 гг.). – М.: Транспорт. 1999. – 443 с.
5. Вагоны СССР. Отраслевой каталог. М.: Транспорт. - 1984. – 208 с.
6. Грузовые вагоны колеи 1520 мм железных дорог СССР. Альбом. М.: Транспорт. – 1982.