

6. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ). Київ, 1998.
7. Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв в сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) на залізницях України ЦШЕОТ/ 0018. - Київ, 1998.

**УДК 656.25:656.256**

*Кузьменко Д.М., аспірант (УкрДАЗТ),  
Панченко С.В., д.т.н., доцент (УкрДАЗТ),  
Чепцов М.М., д.т.н., доцент (ДонІЗТ).*

### **ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СИНТЕЗ ПРОГРАМНИХ ОБ'ЄКТІВ НАБІРНОЇ ГРУПИ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ СТРІЛКАМИ Й СВІТЛОФОРАМИ**

*Вступ, огляд останніх публікацій.* Технічним засобом, призначеним для забезпечення умов роботи персоналу господарства перевезень на станції, є система централізації. При її використанні забезпечується необхідний рівень автоматизації процесів управління засобами СЦБ, організується ефективний контроль стану пристроїв, виконуються умови безпеки руху поїздів [1].

Одним з напрямків розвитку систем централізації є розробка й впровадження мікропроцесорного маршрутного набору [2]. При цьому комп'ютерні засоби використовуються в інтерфейсній частині для забезпечення взаємодії з оператором з одного боку [3], та з релейною виконавчою групою за допомогою схем узгодження з іншого. Перші подібні системи не виконували функцій щодо забезпечення безпеки, але їх розвиток призвів до появи окремих відповідальних функцій, які виконуються програмно-апаратними засобами. Зі збільшенням кількості відповідальних функцій змінюється внутрішня структура системи та відбувається її перетворення до релейно-процесорної централізація (РПЦ) [4].

Слід зазначити загальну тенденцію, яка спостерігається останнім часом – це постійне збільшення кількості функцій, реалізованих у програмних засобах централізації. Але зростання об'єму програмного забезпечення (ПЗ) приводить до зменшення показників безвідмовності, а

якщо враховувати програмну реалізацію відповідальних функцій, то проблема забезпечення надійності та функціональної безпеки централізації є сучасною й актуальною.

Таким чином, задачею дослідження є формалізація методів та засобів функціонального синтезу програмних об'єктів набірної групи системи централізованого керування стрілками й світлофорами.

### ***Основний матеріал.***

Програмна фіксація напрямку та категорії маршруту визначається при натисканні оператором першої маршрутної кнопки на засобі візуалізації стану системи керування. При цьому у програмному забезпеченні встановлюється значення “true” в одній з чотирьох змінних типу “bool”: ВН – при непарному поїзному маршруті; ВЧ – парному поїзному; ВНМ – непарному маневровому; ВЧМ – парному маневровому.

Слід зазначити, що перераховані змінні мають ознаку “public”, створені у екземплярі класу напрямків “НП-Н” і мають початкове значення “false”. При ініціалізації набірної групи програмні об'єкти отримують до них доступ.

В залежності від того, яким чином станція розташована до парного та непарного напрямків руху, зміна значень змінних приводить до активізації одного з чотирьох програмних об'єктів, фіксуючи категорію й напрямок встановлюваного маршруту: П – поїзний прийом; О – поїзне відправлення; ПМ – маневри в напрямку станції; ОМ – маневри в напрямку від станції.

Формалізація цього процесу наступна

$$P = \begin{cases} \text{active, якщо } BH = \text{true} \& O = 0 \& PM = 0 \& OM = 0 \\ 0, \text{ у інших випадках} \end{cases}, \quad (1)$$

$$O = \begin{cases} \text{active, якщо } BC = \text{true} \& P = 0 \& PM = 0 \& OM = 0 \\ 0, \text{ у інших випадках} \end{cases}, \quad (2)$$

$$PM = \begin{cases} \text{active, якщо } BNM = \text{true} \& O = 0 \& P = 0 \& OM = 0 \\ 0, \text{ у інших випадках} \end{cases} \quad (3)$$

$$OM = \begin{cases} \text{active, якщо } BCM = \text{true} \& O = 0 \& P = 0 \& PM = 0 \\ 0, \text{ у інших випадках} \end{cases}. \quad (4)$$

У початковому стані, після першого запуску програмного забезпечення або якщо немає встановлених маршрутів, об'єкти напрямків знаходяться в дезактивованому стані. Натискання першої кнопки маршруту (поїзна - ППК або маневрова – ПМК) приводить до їх активізації (рисунок 1).

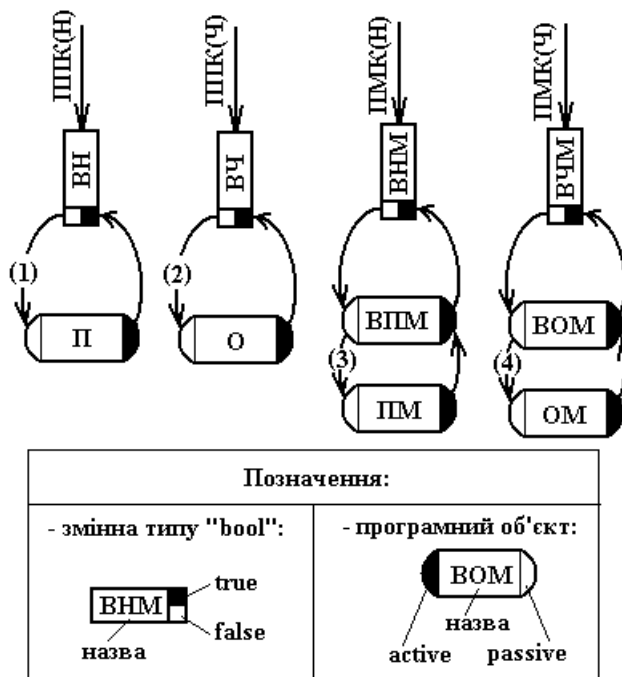


Рисунок 1. - Схематичне зображення порядку активації та дезактивації динамічних класів напрямків

При встановленні маневрового маршруту першими активізуються об'єкти допоміжних маневрових напрямків (ВПМ та ВОМ), після цього – основні (ПМ та ОМ). Об'єкти ВПМ та ВОМ призначені для забезпечення правильності завдання варіантних маршрутів, встановлюючи послідовність, при якій кожен з них активізується тільки у випадку, коли попередній об'єкт, який забезпечував встановлення попередньої частки маршруту, вже активований.

Умови активації об'єкту напрямків включають перевірку дезактивованого стану трьох інших об'єктів (1) – (4), забезпечуючи активність тільки одного з них. Їх дезактивація відбувається тільки після того, коли всі пристрої керування стрілками, які входять в маршрут, починають роботу.

Кожен об'єкт напрямків класу НП-Н пов'язаний зі змінними, які, у свою чергу, інкапсульовані в програмні об'єкти маршрутного набору. Використовуючи засіб універсалізації синтезу набірної групи в залежності від плану станції встановлюється взаємозв'язок між об'єктами, тобто в залежності від розташування об'єкту він отримує визначене відношення щодо встановлення маршрутів: Н – непарних поїзних; Ч – парних поїзних; НЧ – непарних і парних поїзних; НМ – непарних маневрових; ЧМ – парних маневрових; НЧМ – непарних поїзних, парних поїзних та непарних маневрових; НЧМ – непарних поїзних, парних поїзних та парних маневрових; ННМ – непарних поїзних та маневрових; ЧЧМ – парних поїзних та маневрових.

Крім цього, значення однієї з чотирьох змінних з індексом "Т" змінюється з "true" на "false" при встановленні наступних маршрутів: ТН - непарного поїзного, ТЧ - парного поїзного, ТНМ - непарного маневрового та ТЧМ - парного маневрового.

У режимі допоміжного управління використовуються наступні змінні: ИН – непарних поїзних; ИЧ – парних поїзних; ИНМ – непарних маневрових; ИЧМ – парних маневрових. Логічні умови встановлення значення "true" у перерахованих змінних наступні

$$НЧ = \begin{cases} true, & \text{якщо } П \wedge О \\ false, & \text{у інших випадках} \end{cases} \quad (5)$$

$$НЧ, НМ = \begin{cases} true, & \text{якщо } О \wedge \{ П \& \overline{ПМ} \& \overline{О} \} \\ false, & \text{у інших випадках} \end{cases} \quad (6)$$

$$Н, НМ = \begin{cases} true, & \text{якщо } П \& \overline{ПМ} \\ false, & \text{у інших випадках} \end{cases} \quad (7)$$

$$Н = \begin{cases} true, & \text{якщо } П \\ false, & \text{у інших випадках} \end{cases} \quad (8)$$

$$НМ = \begin{cases} true, & \text{якщо } ПМ \\ false, & \text{у інших випадках} \end{cases} \quad (9)$$

$$\mathcal{C}M = \begin{cases} true, & \text{якщо } OM, \\ false, & \text{у інших випадках} \end{cases} \quad (10)$$

$$\mathcal{C} = \begin{cases} true, & \text{якщо } O, \\ false, & \text{у інших випадках} \end{cases} \quad (11)$$

$$\mathcal{C}, \mathcal{C}M = \begin{cases} true, & \text{якщо } O \& \overline{O}M, \\ false, & \text{у інших випадках} \end{cases} \quad (12)$$

$$\mathcal{H}\mathcal{C}, \mathcal{C}M = \begin{cases} true, & \text{якщо } O \& \overline{O}M \& \overline{P}, \\ false, & \text{у інших випадках} \end{cases} \quad (13)$$

З урахуванням викладеного розглянемо функціонування програмних об'єктів при встановленні маршруту прийому на другу колію за світлофором НБ (рисунок 2).

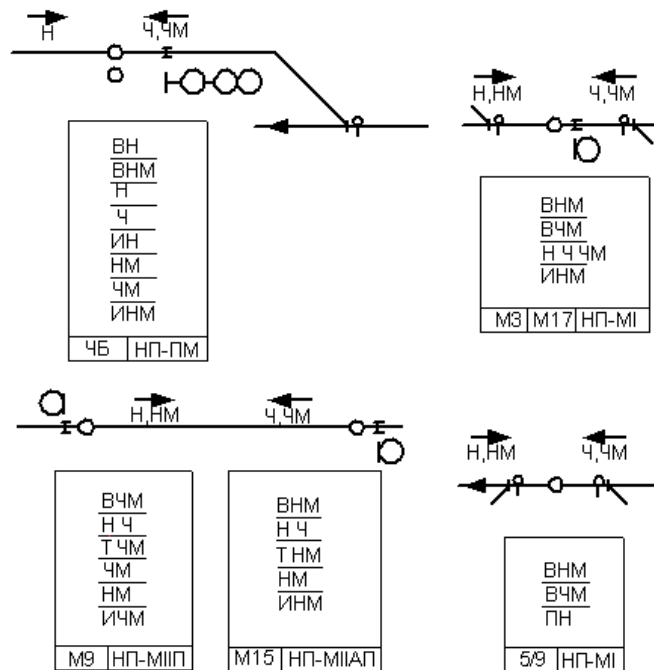


Рисунок 2. - Інкапсульовані у програмні об'єкти змінні

Так, після активації початкової кнопки (НБ-НКН) встановлюється та фіксується значення “true” у змінній ВН. При цьому, згідно (1) з перевіркою дезактивованого стану О, ПМ та ОМ, активізується програмний об’єкт П. Далі, відповідно до (5) – (13), в усіх об’єктах набірної групи, до яких інкапсульовано змінні НЧ, НЧ НМ, Н НМ, Н та НЧ ЧМ, їх значення змінюються на “true”. На пристрої відображення інформації (рисунок 1) висвітлюється напрямок та категорія встановлюваного маршруту. Дезактивація кнопкових змінних та об’єкту напрямків відбувається після встановлення значень у змінних стрілкових управляючих реле П-ПУ, П-МУ.

Синтез програмного забезпечення набірної групи виконується методом декомпозиції за чотирма логічними функціональними колами: кнопкових об’єктів; автоматичних кнопкових; керування стрілками; відповідності.

Так, перше коло складається зі змінних НКН та КН, які інкапсульовано в програмний код світлофорних об’єктів. У нормальному стані значення цих змінних – “false”, воно змінюється на протилежне при натисканні відповідної кнопки (рисунок 2) або через зв’язок з автоматичними кнопковими об’єктами.

Зміна стану кнопкових змінних може відбутися тільки при значенні “true” змінної ПК, яка міститься в об’єкті НП-Н. Її призначення – фіксація натискання двох маршрутних кнопок: початкової й кінцевої. Натискання третьої кнопки не повинно приводити до встановлення в “true” кнопкових змінних до моменту, коли стан змінних КН у маршруті між двома першими кнопками, не прийме значення “false”. Це необхідно для виключення можливості завдання основного маршруту, якщо встановлюється варіантний. При завданні маршрутів до світлофору й від світлофору кнопка натискається повторно тільки після звільнення об’єктів маршрутного набору від встановлення першого маршруту.

Для фіксації кінця одного елементарного маршруту й початку наступного при встановленні варіантних маршрутів, у блоках НП-МІ, НП-МІІІ, НП-МІАІІ активуються кнопкові змінні. Це відбувається за рахунок значення “true” змінній ПН, НЧ у об’єктах НП-МІІІ, НП-МІАІІ. Таким чином, логічні умови функціонування програмного забезпечення кіл набірної групи виконуються згідно нормативної документації з урахуванням специфічних особливостей формалізації, приклади якої наведено вище.

### **Висновки та практичні рекомендації.**

Таким чином, у роботі розроблені та наведені приклади формалізації програмних об’єктів набірної групи системи централізованого керування

стрілками й світлофорами. На відміну від підходів, які пропонуються для вирішення подібних задач, передбачається максимальна універсальність та сумісність із сталими методами проектування систем централізації. За рахунок цього мінімізується вплив людського фактору при розробці програмного забезпечення, підвищується надійність програмно-апаратних засобів системи керування.

***Література.***

1. 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.
2. Чепцов М.Н. Применение аналитического метода для синтеза функциональных моделей обеспечения безопасности в системах микропроцессорной централизации / М.Н. Чепцов // Зб. наук. праць ДонІЗТ. Випуск 12, – Донецьк, - 2007, - С. 81-90.
3. Tarbet T. Improved railroad crossing protection coordination of traffic signal with train movements / T. Tarbet // Los Angeles Dept. Of public Utilities and Transportation. - 1991. - P. 34-41.
4. НВП “Залізничавтоматика”. Мікропроцесорна централізація стрілок і сигналів. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.rwa.com.ua/ua/works/id10>. - Назва з титул. екрану.