

в решении (12) монотонно стремится к нулю при $n \rightarrow \infty$, то нулевое решение уравнения (10) асимптотически устойчиво.

Рассмотренный подход может быть распространен на случай стохастических линейных уравнений Вольтерра, моделирующих эволюцию дискретной динамической системы, находящейся под воздействием случайных возмущений.

Список литературы

1. Колмановский В.Б. Об устойчивости решений некоторых разностных уравнений Вольтерра // Автоматика и телемеханика – 2000. – № 11. – С. 139-145.
2. Фуфаев В.В. Основы теории динамики структуры биоценозов // В кн. Математическое описание ценозов и закономерности технетики – Абакан: Центр системных исследований, 1996. – С. 156-193.
3. Эндриус Г. Теория разбиений. – М.: Наука, 1982. – 256 с.

УДК 656.257 : 681.3

*Коновалов В.С., канд. техн. наук, доцент УкрДАЗТ
Меліхов А.А., асистент УкрДАЗТ*

АНАЛІЗ ІЄРАРХІЧНИХ СТРУКТУР КЕРУВАННЯ В СИСТЕМАХ МІКРОПРОЦЕСОРНИХ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЙ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Постановка проблеми в загальному виді. Починаючи з 1960 р. після розробки малогабаритних штепсельних реле НМШ почалося впровадження релейної централізації. На базі малогабаритних реле були створені релейні блоки, була побудована перша блочна маршрутно-релейна централізація (БМРЦ). Починаючи з 1961 р. систему БМРЦ застосовують на станціях з числом стрілок 30 і більше.

У зв'язку з випуском малогабаритних реле РЭЛ були розроблені системи релейної централізації на новій елементній базі.

Подальший розвиток електричної централізації є розробка комп'ютерних і мікропроцесорних систем, де використовують типові ЕОМ загальнопромислового значення або мікропроцесорні автомати.

Широке впровадження мікроелектроніки і мікропроцесорної техніки на залізницях України є одним з основних напрямків підвищення ефективності сучасної залізничної автоматики. Мікропроцесорна техніка надає нові можливості для реалізації якісного стрибка в розвитку системи, дозволяючи розширити виконувані функції, поліпшити експлуатаційні характеристики, скоротити витрати на розробку, проектування, будівництво й експлуатацію систем.

Засоби залізничної автоматики і телемеханіки, які експлуатуються та введені до 1990 р. на залізницях України, по якісному рівню не задовольняють сучасним вимогам комплексної автоматизації процесу перевезень, стримують масове впровадження інформаційних технологій, не забезпечують упровадження технологій, у яких відсутній людський фактор при їхньому обслуговуванні, не завжди сумісні із системами середнього і верхнього рівня автоматизації процесу перевезень, вимагають істотних експлуатаційних витрат.

Великий обсяг пристроїв з терміном служби, який вже минув, низька надійність елементної бази, відсутність засобів діагностики ведуть до росту витрат не тільки на їхнє обслуговування, але й експлуатаційних витрат, зв'язаних з процесом перевезень.

Існуюча структура і стан технічних засобів ЗАТ стримують структурну реорганізацію залізничного транспорту, обумовлюють підвищені експлуатаційні витрати.

У зв'язку з цим в останні роки назріла необхідність упровадження мікропроцесорних і релейно-процесорних централізацій, що найбільше повно відповідають задачам створення інтегрованої системи управління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для систем МПЦ в основному висувають вимоги до коефіцієнтів надійності і безпеки функціонування систем [4, 5, 6, 7].

До цього часу запропоновані методики оцінки якості [7] структурних схем давали можливість визначити в кінцевому рахунку найбільш „нагружені” елементи системи і при необхідності домогтися її „рівнопрочності”.

Аналіз публікацій [17, 18 - 24] показав, що на початковому етапі розробки систем МПЦ необхідно приділяти особливе значення структурі управління системи МПЦ на станції, що розробляється.

Постановка завдання. З упровадженням мікроелектроніки і мікропроцесорної техніки в пристрої автоматики на станціях, точніше в системи електричної централізації, з метою створення систем

мікропроцесорної централізації (МПЦ), з'являється задача вибору структури управління системи МПЦ, яка упроваджується на станцію.

Пропонується на основі теорії інформації [8, 9, 10], інформаційного підходу до аналізу великих систем керування [9, 11], а також пророблених до цього досліджень [12, 13, 14, 15] по застосуванню методу інформаційного аналізу до автоматизованих систем керування об'єктами залізничної автоматики, зробити аналіз структур керування систем МПЦ, і запропонувати найбільш придатні структури керування об'єктами для впровадження на залізничних станціях.

Необхідно визначити задачі структурного аналізу складних систем, що виявляють різні відносини між елементами системи [2]. Інтерес представляє, наприклад, питання про існування ланцюжка каналів зв'язку, що з'єднують різні елементи. Більш глибоке дослідження припускає облік напрямку передачі сигналів, а також їхнього виду. Під видом розуміється деяка змістовна інтерпретація призначення переданих сигналів. Наприклад, деякі сигнали відповідають матеріальним потокам у системі, а інші – інформаційним, треті служать цілям керування і т.д. Такий розподіл сигналів дає можливість використовувати для вивчення зазначених задач структурні методи, що дозволяють знайти так названі типові структурні конфігурації (кола, цикли, контури і т.п.), що грають важливу роль у визначенні можливостей системи по передачі і переробці сигналів.

Основний матеріал. З метою підвищення пропускної спроможності і підвищення безпеки руху поїздів проміжні і дільничні станції обладнають пристроями електричної централізації (ЕЦ).

Основною елементною базою системи ЕЦ є релейна апаратура, тому ця система керування одержала назву релейної централізації.

По способу розміщення апаратури управління і джерел живлення релейну централізацію будують з місцевими і центральними залежностями і джерелами живлення. При місцевих залежностях релейну апаратуру розміщують у релейних будках у горловинах станції; при центральних - у центрі станції на посту ЕЦ чи в станційному будинку. Місцеві джерела у виді акумуляторних батарей встановлюють у батарейних шафах у вхідних світлофорів і в районі стрілочних горловин.

Застосовують кілька різновидів систем релейної централізації [3].

Релейна централізація з місцевими залежностями і місцевими джерелами живлення (РЦМ). Система РЦМ застосовувалася на малих станціях (до 15 стрілок). Релейна апаратура і джерела живлення розміщалися в релейних шафах чи будках у горловинах станції. Недоліком системи є розосереджуваність апаратури і джерел живлення,

що ускладнює обслуговування і здорожує будівництво. Цю систему в новому будівництві не застосовують.

Релейна централізація з центральними залежностями і місцевими джерелами живлення (РЦЦМ). У системі РЦЦМ пост електричної централізації не будують, і релейну апаратуру розміщують у станційному будинку, де знаходиться черговий по станції (ДСП), і частково в релейних шафах, встановлених у вхідних і вихідних світлофорів станції; джерела живлення у виді акумуляторних батарей поміщені в батарейних шафах, встановлених у вхідних світлофорів і в районі стрілочних горловин. У системі застосований принцип роздільного управління, що ведеться з пульта управління. Недоліками системи є: розосереджуваність апаратури, джерел живлення, застосування низьковольтних електроприводів, великого числа акумуляторів, відсутність маневрових маршрутів. Дану систему застосовують обмежено на проміжних станціях малодіяльних ділянок.

Релейна централізація з центральними залежностями і центральними джерелами живлення (РЦЦ). Релейну апаратуру і джерела харчування розміщують на посту електричної централізації, що поліпшує умови обслуговування, дозволяє застосовувати більш досконалі джерела живлення. Спочатку дану систему застосовували на дільничних станціях, де управління ведеться з пульта-табло, на якому розміщені стрілочні і сигнальні кнопки.

Починаючи з 60-х років систему РЦЦ застосовують на проміжних станціях.

Релейна централізація з центральними залежностями, центральними джерелами живлення і маршрутним управлінням. Релейна апаратура і джерела живлення розміщені на посту ЕЦ, де для управління мають пульт-табло чи пульт-маніпулятор з маршрутними кнопками.

При установці маршруту послідовним натисканням кнопок початку і кінця маршруту здійснюють набір завдання поїзних і маневрових маршрутів. По закінченні набору відбувається одночасний перевід усіх стрілок у маршрут і після їхнього переводу - відкриття сигналу. Маршрутне управління дозволяє встановлювати самий складний маршрут за 5 - 7 с замість 30 - 40 с при роздільному управлінні, що значно підвищує пропускну спроможність дільничних станцій. Релейна апаратура розміщена в типових блоках. Система в такому виконанні одержала назву блочної маршрутно-релейної централізації (БМРЦ).

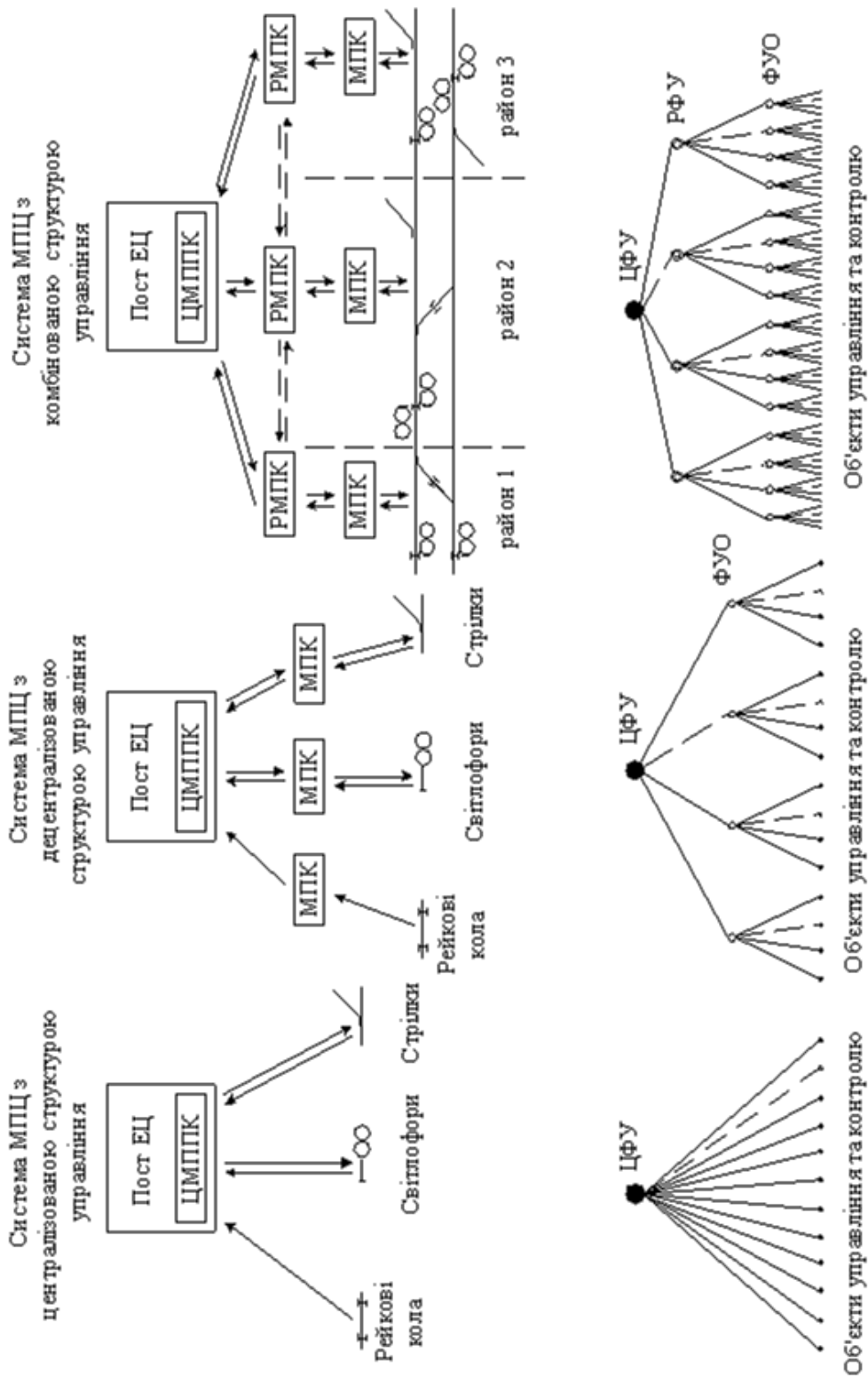


Рисунок 1 – Структури управління системами мікропроцесорної централізації

При подальшому розвитку релейної централізації знайшли застосування мікропроцесорні і комп'ютерні централізації, що замінюють громіздку, інерційну й енергоємну релейно-контактну апаратуру.

З проробленого аналізу останніх досліджень і публікацій можна зробити висновок, що структурному аналізу систем керування МПЦ приділяється найменша увага. Хоча дослідження структур керування систем МПЦ прямо зв'язані з дослідженнями в області надійності і безпеки систем.

З аналізу існуючих вітчизняних і закордонних комп'ютерних і мікропроцесорних систем, в області розміщення функціональних залежностей, можна запропонувати класифікувати системи МПЦ на:

- системи управління з централізованими структурами;
- системи управління з децентралізованими структурами;
- системи управління з комбінованими структурами, які представлені

на рисунку 1.

Умовні позначення:

пост ЕЦ - пост електричної централізації;

ЦМППК - центральний мікропроцесорний промисловий контролер;

МПК - мікропроцесорний контролер;

РМПК - районний мікропроцесорний контролер;

ЦФВ - центральний функціональний вузол;

ФВО - функціональні вузли об'єктів;

РФВ - районний функціональний вузол.

Системи керування з централізованими структурами – обробка інформації сконцентрована в одному комплексі технічних засобів, відмовлення хоча б одного компонента центральної частини приводить до зупинки функціонування великого числа об'єктів управління.

Системи керування з децентралізованими структурами – мають центральний процесорний блок для виконання загальних функцій і локальні контролери зі схемами керування об'єктами. Системи з такою структурою дозволяють локалізувати наслідки відмов, тобто відмови локального контролера вплине на управління обмеженим числом об'єктів, за рахунок цього забезпечується надійність і безпека.

Системи керування з комбінованими структурами – апаратура розміщується в одному місці (наприклад в одному приміщенні), а для реалізації кожної групи функцій виділені окремі технічні засоби.

Ієрархічний принцип є основним засобом представлення автоматизованих систем управління стрілками і сигналами залізничної автоматики.

Застосування аналізу структур керування мікропроцесорних систем є актуальною науковою задачею і має першорядне значення для розвитку мікропроцесорної техніки на залізничному транспорті, а ієрархічний принцип є основним засобом представлення таких складних систем як мікропроцесорні системи керування.

Структури систем управління, показані на рисунку 1 відображають ієрархію співвідпорядкованості її елементів (функціональних вузлів і об'єктів керування і контролю). При цьому різним елементам, зображеним на рисунку 1, запропоновані конкретні цілі. При визначенні цілей елементів систем МПЦ керуються деякими принципами, сформульованими на основі досвіду структур керування систем релейних централізацій. Передбачається, що поставлені цілі враховують як здатності, так і обмежені можливості елементів. Наприклад, принцип “діапазону керування” обмежує число елементів, якими можна управляти, а також контролювати кожним вищестоящим елементом.

При побудові багаторівневої системи управління виникають деякі проблеми. Перша виникаюча проблема – розподіл задач, що повинні виконуватися різними рівнями й окремими елементами. При цьому використовуються ієрархічні концепції страти та слою. З одного боку, відбувається стратифікація моделі всієї системи, а з іншого боку – відбувається декомпозиція задачі, що стоїть перед системою, на слої. Завдання елементам, що утворюють багатоешелонну систему, у цьому випадку визначають стосовно моделей і розв'язуваних проблем, що з'являється на відповідній страті чи слої. У цьому зв'язку варто пам'ятати, що не існує однозначного співвідношення між стратами, ешелонами і слоями. Завдання для декількох ешелонів можуть бути визначені з моделі однієї і тієї ж страти, у той час як розв'язувана проблема на даному слої може бути розподілена між декількома ешелонами, більш того, завдання для ешелону може містити елементи проблем, що належать не одному, а ряду слоїв розв'язуваної проблеми [16].

У відповідності з усім вищесказаним зі структур управління системами МПЦ можна виділити ієрархію органів управління об'єктами (рисунок 2), ієрархію задач об'єктів управління (рисунок 3) і ієрархію схем управління об'єктами (рисунок 4).

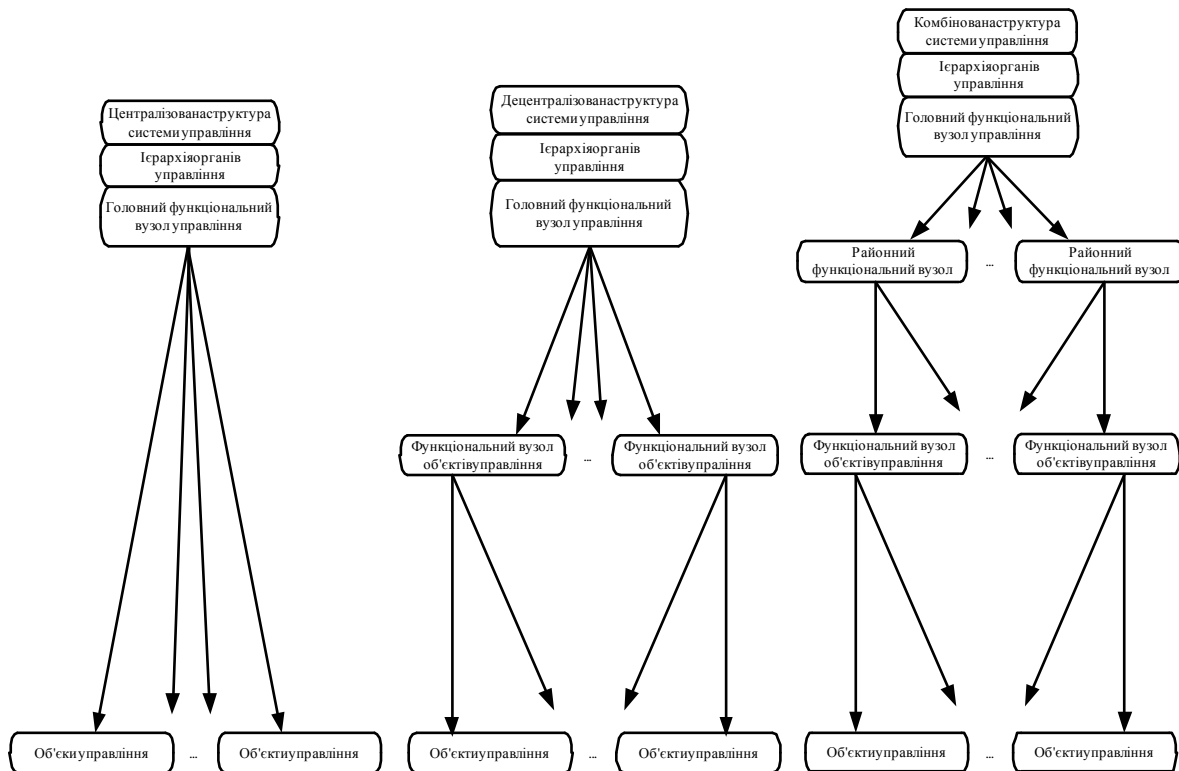


Рисунок 2 - Ієрархія органів управління об'єктами залізничної автоматики

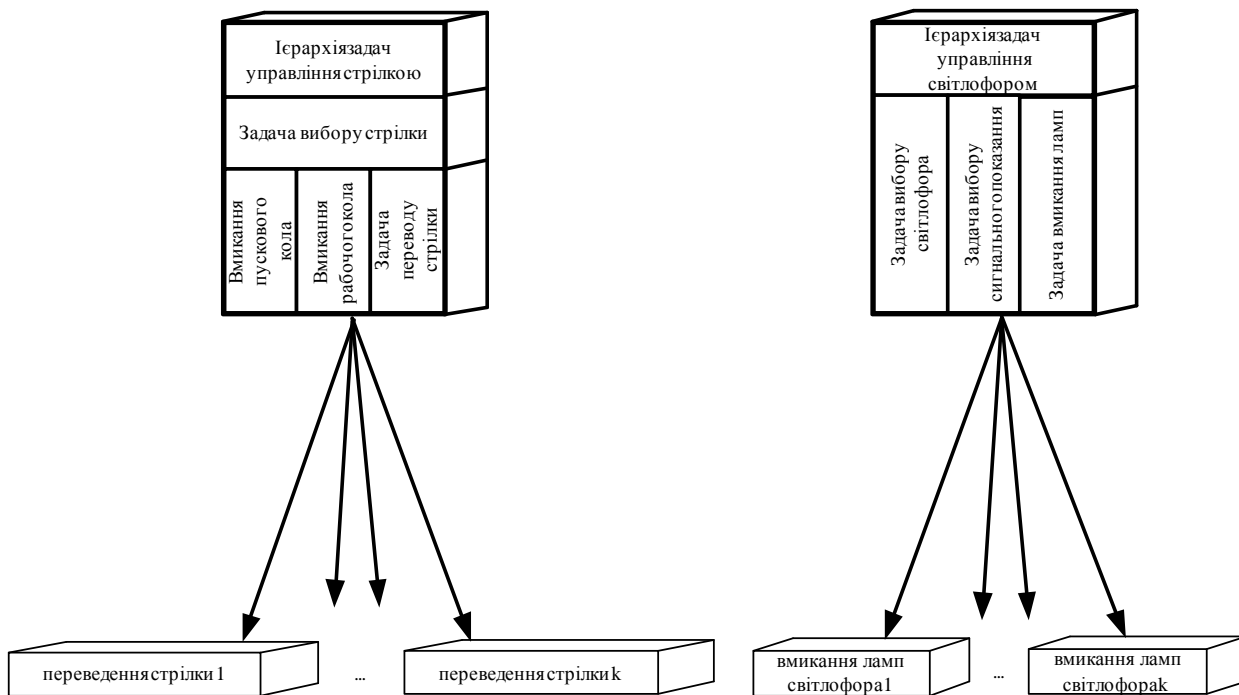


Рисунок 3 - Ієрархія задач об'єктів управління залізничної автоматики

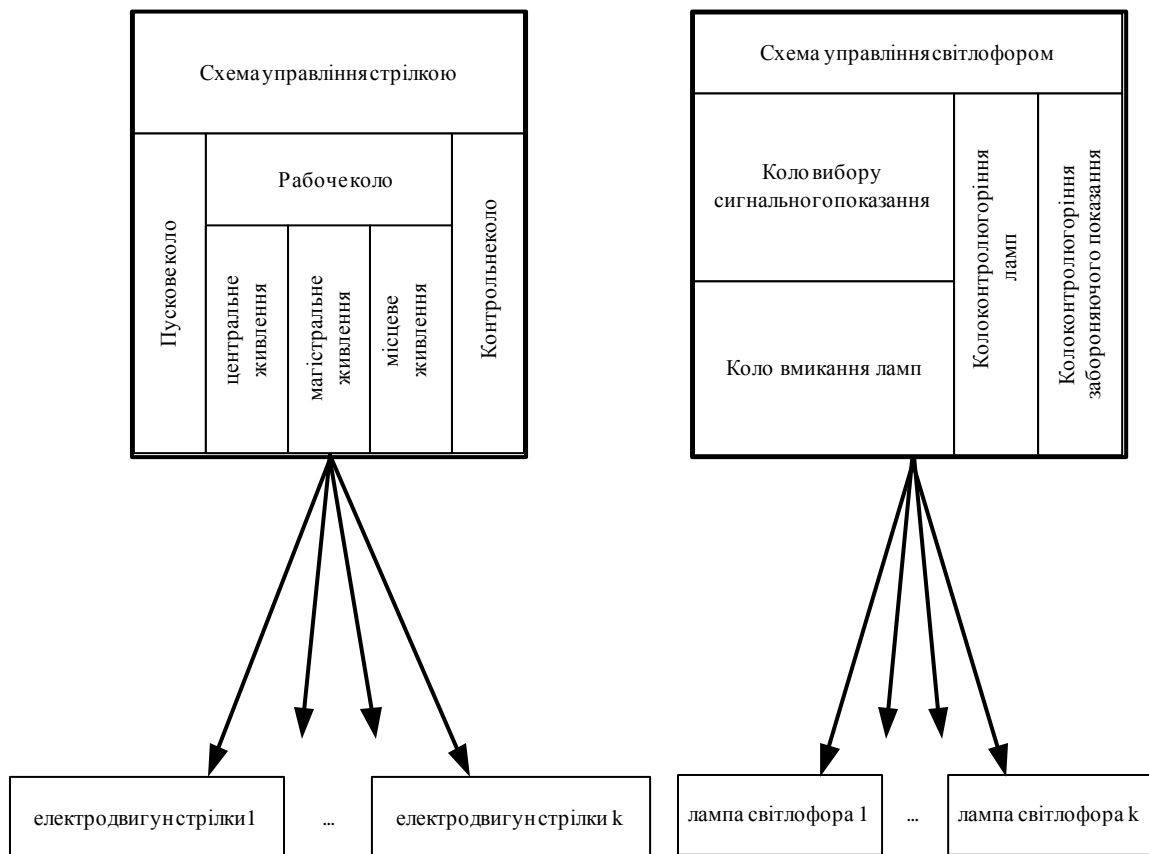


Рисунок 4 - Ієрархія схем управління об'єктами залізничної автоматики

Висновки:

1. Запропоновано ввести додатковий пункт у класифікацію мікропроцесорних систем керування об'єктами на станціях.

Практичне значення даної пропозиції складається у виборі визначеної структури керування для мікропроцесорної централізації, що розробляється на конкретній станції для визначення кількості рівнів ієрархії в структурі керування.

2. Запропоновано структури керування систем МПЦ, яким дані визначення. Для цього була використана теорія ієрархічних багаторівневих систем.

Практичне значення вибору структури керування складається в можливості представлення функціональних вузлів на кожному рівні ієрархії для визначення потоків інформації між ними.

3. Запропоновано ієрархії органів керування об'єктами, задач об'єктів керування і схем керування об'єктами. Вірогідність цього факту встановлена теоретичним шляхом. Для цього були використані теорія інформації, теорія ієрархічних систем і теорії великих і складних систем.

Практичне значення отриманого результату складається у тім, щоб розкрити можливості кожного функціонального вузла для визначення впливу функціональних вузлів один на одного.

Перспективи. Наведені в статті дані можна використовувати як базу для аналізу функціонування систем керування в різноманітних аспектах. Наприклад у навчальному процесі або при розробці нових систем МПЦ.

Список літератури

1. Мангейм М.Л. Иерархические структуры (Пер. с англ.) Под ред. В.Я. Фрийдмана. М., "Мир", 1970. 180 с.
2. Калашников В.В. Сложные системы и методы их анализа. – М.: Знание, 1980. – 64 с.
3. Казаков А.А., Бубнов В.Д., Казаков Е.А. Станционные устройства автоматики и телемеханики: Учебник для техникумов ж.-д. трансп. М.: Транспорт, 1990. – 431 с.
4. Справочник по надежности : В 3т. Т.1; Пер. с англ. Ю.Г. Епишина, Б.А. Смиренина / Под ред. Б.Р. Левина. – М.: Мир, 1969. – 339 с.
5. Справочник по надежности : В 3т. Т.2; Пер. с англ. Ю.Г. Епишина, Б.А. Смиренина / Под ред. Б.Р. Левина. – М.: Мир, 1969. – 339 с.
6. Сертификация и доказательство безопасности систем железнодорожной автоматики / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В.И. Талалаев и др.; Под ред. Вл.В. Сапожникова. – М.: Транспорт, 1997. – 288 с.
7. Нечипоренко В.И. Структурный анализ и методы построения надежных систем. Изд-во "Советское радио", 1968. 256 с.
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. Издание четвертое, стереотипное. Изд-во "Наука", главная редакция физико-математической литературы, Москва, 1969 г. 576 стр.
9. Денисов А.А., Колесников Д.Н. Теория больших систем управления: Учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат, Ленингр. отд-ние, 1982. – 288 с.
10. Эффективность и надежность сложных систем. М., "Машиностроение", 1977, 216 с.
11. Денисов А.А. Информационные основы управления. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 72 с.
12. Меліхов А.А., Коновалов В.С. Кількісний аналіз структур функціонування мікропроцесорних централізацій на залізничному транспорті // Зб. Наук. Праць / УкрДАЗТ, 2003. – Вип.. 56. – С. 61-66
13. Коновалов В.С., Меліхов А.А., Коцюба Т.А. Аналіз ієрархічних структур систем мікропроцесорних централізацій залізничної автоматики. Статика // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Вип.. 57. – С. 113-120.

14. Коновалов В.С., Мелихов А.А., Ковтун Г.В. Анализ иерархических структур систем микропроцессорных централизаций железнодорожной автоматики. Кинематика // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. -2004. -№3(7). –С. 89 – 96.
15. Коновалов В.С., Мелихов А.А. Анализ иерархических структур систем микропроцессорных централизаций железнодорожной автоматики. Динамика // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2004 - №6. С. 8-16.
16. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. (Пер. с англ.). Под ред. И.Ф. Шахнова. М., “Мир”, 1973. 344 с.
17. Малинов В.М. Современные зарубежные системы микропроцессорной централизации (МПЦ) // Автоматика, связь, информатика. – 2000. - №7. – С. 45 – 47.
18. Пресняк С.С., Запорожченко Е.Г., Цыркин А.В. Опытная эксплуатация системы микропроцессорной централизации ЭЦ-ЕМ // Автоматика, связь, информатика. – 2001. - №2. – С. 14 – 16
19. Пресняк С.С., Запорожченко Е.Г., Цыркин А.В. Разработка, внедрение и перспективы отечественных систем микропроцессорной централизации // Автоматика, связь, информатика. – 2001. - №10. – С. 27 – 29
20. Миронов Д.В., Болдырев Ю.С. Создание релейно-процессорных централизаций // Автоматика, связь, информатика. – 2001. - №10. – С. 33 – 34
21. Ягудин Р.Ш. Перспективы применения и развития микропроцессорной техники в устройствах железнодорожной автоматики и телемеханики // Автоматика, связь, информатика. – 2001. - №12. – С. 23 – 25
22. Гавзов Д.В., Никитин А.Б. Релейно-процессорная централизация ЭЦ-МПК // Автоматика, связь, информатика. – 2002. - №4. – С. 12 – 15
23. Алешин В.Н. Микропроцессорная централизация стрелок и сигналов системы Ebilock-950 // Автоматика, связь, информатика. – 2003. - №1. – С. 13 – 17
24. Казиев Г.Д. Цели и задачи развития микропроцессорных систем ЖАТ // Автоматика, связь, информатика. – 2004. - №1. – С. 21 – 23