

УДК 656.22:656.25

## ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУР СИСТЕМ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ НА СТАНЦІЇ

Канд. техн. наук В.П. Мороз, магістранти О.О. Шовкопляс, А.Ю. Бурлаченко

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУР СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ НА СТАНЦИИ

Канд. техн. наук, доцент В.П. Мороз, магистранты А.А. Шовкопляс, А.Ю. Бурлаченко

## COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE STRUCTURE OF MOTION CONTROL SYSTEMS AT THE TRAIN STATION

Cand. of techn. sciences V. Moroz, master students O. Shovkopliyas, A. Burlachenko

*У статті надано аналіз структур систем керування рухом поїздів на станції. Наводяться відмінності між ними.*

*Оскільки сучасні системи складні для розуміння, то для більш їх чіткого сприйняття потрібно використовувати системний підхід. Пропонується використовувати закономірність ієрархічної упорядкованості систем, яка дозволяє виявити рівні структури та відповідні функціональні вузли на цих рівнях.*

**Ключові слова:** керування рухом поїздів, структура, аналіз, рівні, ієрархічна упорядкованість, системний підхід.

*В статье представлен анализ структур систем управления движением поездов на станции. Приводятся различия между ними.*

*Так как современные системы сложны для понимания, то для более их четкого восприятия нужно использовать системный подход. Предлагается использовать закономерность иерархической упорядоченности систем, которая позволяет выявить уровни структуры и соответствующие функциональные узлы на этих уровнях.*

**Ключевые слова:** управление движением поездов, структура, анализ, уровни, иерархическая упорядоченность, системный подход.

*The article analyzes the structures of train control systems on the station. Given the differences between them.*

*Since modern systems are complex to understand, then to a more clear perception of the need to use a systematic approach. It is proposed to use the hierarchical pattern of orderliness of the system, which allows you to identify levels of structure and corresponding functional units at these levels.*

**Keywords:** train control system, structure, analysis, levels, hierarchically ordered, systematic approach.

**Вступ.** Сучасний етап розвитку систем залізничної автоматики і телемеханіки характеризується широким використанням мікроелектронної та мікропроцесорної техніки. Ця елементна база дозволяє значно розширити функціональні можливості систем. При розробленні та обслуговуванні мікроелектронних пристроїв відповідний персонал повинен мати більш високу кваліфікацію порівняно з релейними системами [1].

Мікропроцесорна централізація є сполучною ланкою між первинними джерелами отримання інформації (рухомий склад, об'єкти СЦБ та ін.) і системами керування перевізним процесом більш високого рівня і дозволяє здійснити ув'язку цих джерел без додаткових надбудов, що неможливо зробити при централізації релейного типу. Мікропроцесорні системи створюються на принципах саме релейних централізацій, зі зміненими та доповненими концепціями, стратегіями і

принципами побудови [9]. Тому важливо дослідити, у чому ці системи подібні, а в чому принципово розрізняються.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** Відповідно до реального еволюційного розвитку систем керування збільшується інформаційне навантаження на людину-оператора, значно зростає кількість функцій, що виконуються системою.

З цього випливає, що:

– проектувальник, розробляючи сучасні системи керування рухом поїздів повинен створювати такі структури, які б відповідали встановленим вимогам;

– технолог, визначаючись із вибором відповідної системи керування, повинен вміти бачити відмінність між системами і вибирати таку систему, яка б максимально відповідала поставленим завданням;

– для експлуатаційного персоналу система, що впроваджується, повинна бути в найкоротший термін освоєною;

– для обслуговуючого персоналу впроваджена система повинна забезпечувати обслуговування за її станом.

Тому актуальним є знаходження таких способів, які дозволять на основі системного підходу проводити аналіз системи, виявляти в них спільні риси та чітко виділяти функціональні рівні системи керування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні існує багато публікацій та інших джерел інформації, у яких розглядаються системи керування рухом поїздів на станції [2, 3, 4]. Але спосіб викладення інформації у цих джерелах про систему керування, її структуру, функції та взаємодію між функціональними вузлами не завжди є зрозумілим для сприйняття. Якщо ж розглянути системи з урахуванням системного підходу [5, 6, 7, 8], то цю інформацію можливо подати в більш зручному та зрозумілому для вивчення вигляді.

**Визначення мети та задачі дослідження.** Проведення порівняльної характеристики структур існуючих систем керування рухом поїздів на основі системного підходу.

**Основна частина дослідження.** Концепція системного підходу полягає в тому, що все навколо нас є система. Як природну, так

і штучну системою можна подати у вигляді структури [5, 6].

Враховуючи вище наведене, можна стверджувати, що якщо перед людиною постала проблема, то для її вирішення вона створює систему щодо подолання проблеми у вигляді закінченої ієрархічної структури.

Вирішення проблеми залежить від рівня знань людини, її розвитку, наявності технічних, часових й інших ресурсів і взагалі від відповідного забезпечення. Тому можна стверджувати, що першим рівнем у структурі буде підсистема забезпечення.

За наявності в людини забезпечувальної підсистеми вона починає планувати, шукати шляхи вирішення проблеми. Може бути декілька таких напрямків, і людина починає порівнювати їх між собою за відповідними критеріями, тобто розробляти план дій. З цього можна зробити висновок, що наступний рівень ієрархії – підсистема планування.

Визначившись з тим, що відповідний план є найбільш ефективним, людина почне діяти – виробляти керуючі дії. Отже наступний рівень ієрархії – підсистема керування.

Якщо ці дії від рівня керування спрямовані на об'єкти або на суб'єктів, то потрібно враховувати, що вони вимагають різних видів і рівнів енергії. Тобто між рівнями керування та об'єктами чи то суб'єктами повинен бути рівень спряження.

Можна зробити висновок, що вирішенням проблеми є створення ієрархічної структури, а людина в ній є виконавцем. Таким чином, для досягнення завдань у виконавця повинна бути забезпечувальна підсистема. Її наявність дозволяє виконавцю здійснювати планування своїх дій. Оцінивши той чи інший напрямок, виконавець починає керуючим чином впливати на об'єкти або на суб'єктів. Такий системний підхід є основою для аналізу будь-яких структур. Запропонована методика може бути перенесена на аналіз і створення структур систем керування рухом поїздів.

Для вирішення завдання керування рухом поїздів на станції повинен бути виконавець – черговий по станції (ДСП), який буде забезпечувати здійснення деякого технологічного процесу на станції. Для цього між ДСП та технологічним процесом повинен бути деякий інструмент – технічна система керування, яка б забезпечувала фіксацію дій ДСП, відображувала стан технологічного

процесу, виконувала перетворення команд, які сформував ДСП на систему, проводила аналіз цих дій і після цього формувала команди керування на об'єкти керування (рис. 1).

Інформація від ДСП потрапляє на забезпечувальний рівень системи – підсистему забезпечення. Далі інформація потрапляє на рівень планування – підсистему планування, де обробляється та аналізується. На цьому рівні з елементів колійного розвитку формується

маршрут для рухомого складу. Після цього на рівні керування та контролю – підсистемі керування, перевіряються умови безпеки та формуються команди на об'єкти керування. Але оскільки сама система керування може бути виконана на різній елементній базі і об'єкти технологічного процесу потребують різну потужність енергетичних і часових ресурсів, потрібен ще один рівень – рівень спряження з об'єктами (PCO).

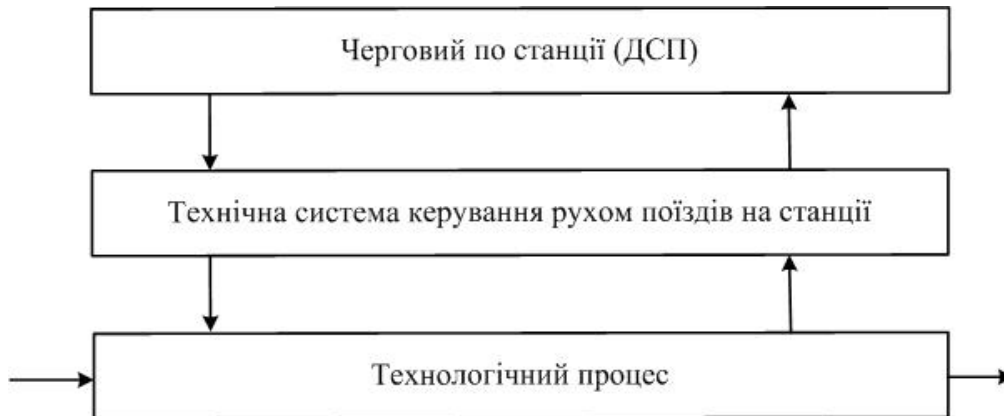


Рис. 1. Структура керування технологічним процесом

До основних функцій PCO належить перетворення енергетичних і часових параметрів з системи керування (у систему) на об'єкти керування (з об'єктів контролю) до таких, у відповідності з якими вони функціонують.

У структурах систем керування рухом поїздів на станції простежується закономірність ієрархічної упорядкованості, незалежно від того, яка елементна база використовується, але принцип не змінюється (рис. 2).

Отже, досліджуються ієрархічні структури систем, які поділяються на такі рівні:

- виконавця;
- забезпечення;
- планування;
- керування та контролю;
- спряження;
- об'єктів керування та контролю.

Рівень виконавця для всіх структур буде однаковим. На цьому рівні знаходяться обслуговуючий персонал станції [10]:

- черговий по станції;
- електромеханік (ШН).

Як ДСП, так і ШН мають зв'язок з рівнем, який знаходиться вище, і зв'язок на своєму рівні.

До рівня забезпечення в системі МПЦ належать автоматизоване робоче місце (АРМ) ДСП, резервний АРМ ДСП та АРМ ШН. Це притаманно всім системам МПЦ. АРМ ДСП призначений для вирішення завдань, пов'язаних з технологічним процесом, який проводиться оперативним персоналом, для приймання, відображення та зберігання інформації про поїзне положення. АРМ ДСП встановлюється безпосередньо на робочому місці чергового по станції (або оператора) на посту ЕЦ.

АРМ ШН забезпечує контроль і діагностику приколійних і постових пристроїв системи, архівування та прогнозування станів системи і відмов її елементів. Дозволяє швидко визначити несправність приколійного і постового обладнання.

У структурі блочної маршрутно-релейної централізації (БМРЦ) ДСП задає керуючі дії через інтерфейс взаємодії на пульті. Пультаманіпулятор також може надавати інформацію для ДСП (індикація положення стрілок, тощо),

що на рис. 2 показано штриховою стрілкою з пульта. На виносному табло здійснюється відображення технологічного процесу, але ДСП може задавати з нього деякі керуючі дії, що також показано штриховою стрілкою на табло.

У структурі МПЦ ДСП також має керуючий вплив, але замість пульта використовується алфавітно-цифрова клавіатура та маніпулятор типу «миша», які у свою чергу можуть також нести інформацію у вигляді індикації.

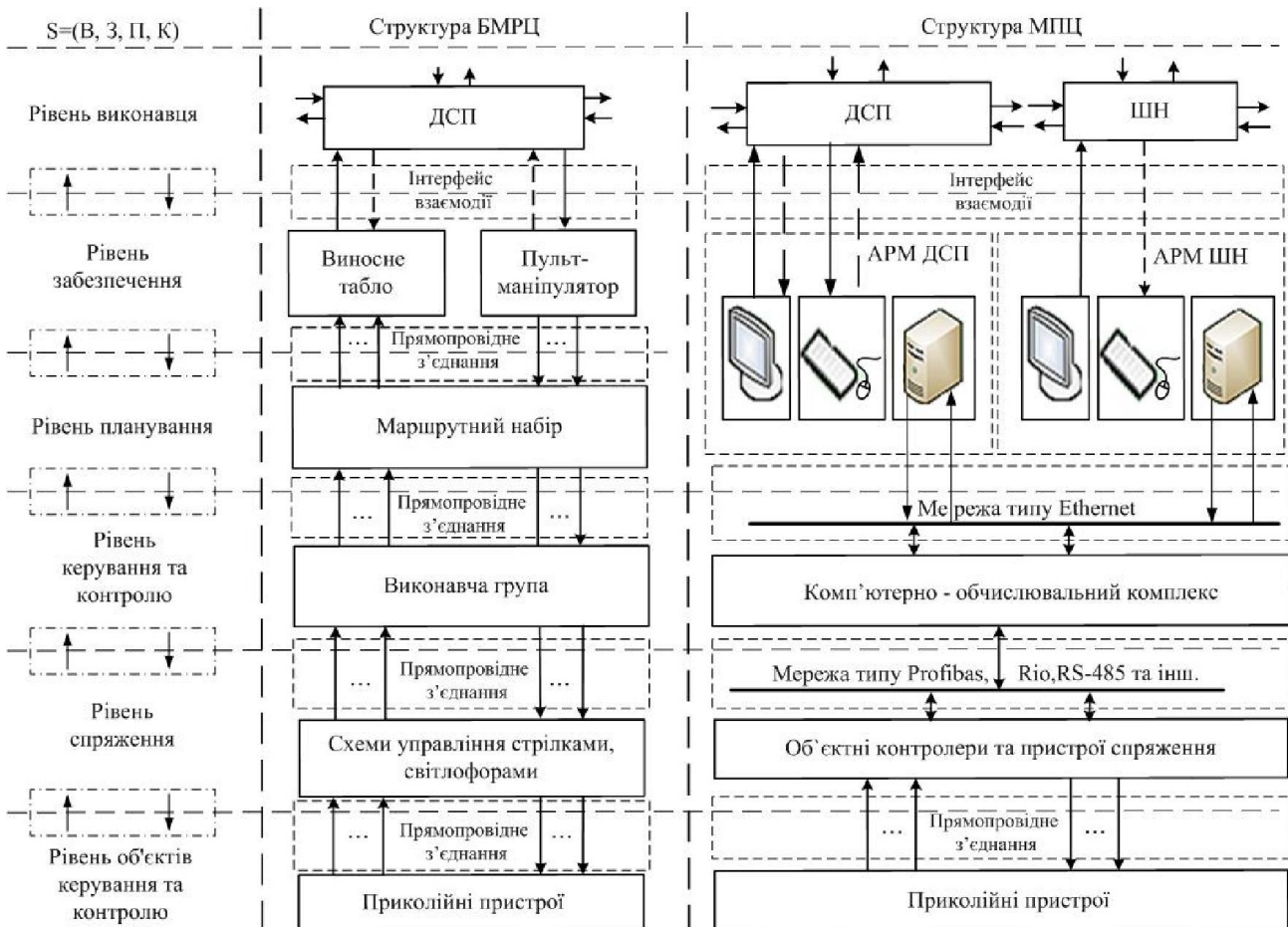


Рис. 2. Структури систем керування рухом поїздів на станції

Відображення технологічного процесу забезпечує монітор, який може приймати керуючі команди, оскільки може бути сенсорним, що й показано штриховою стрілкою до нього від ДСП. ШН приймає інформацію про стан пристроїв з монітора та має незначний вплив на них через алфавітно-цифрову клавіатуру та маніпулятор типу «миша» з метою діагностування.

До рівня планування у структурі БМРЦ належить маршрутний набір, а до рівня забезпечення, як вже відомо, належить виносне табло та пульт-маніпулятор. Як було виявлено

в результаті дослідження, у структурі МПЦ є можливість об'єднати ці рівні. АРМ ДСП та АРМ ШН належать як до рівня забезпечення, так і до рівня планування. Але може також бути і два рівні: монітор з алфавітно-цифровою клавіатурою та маніпулятором типу «миша» можна віднести до рівня забезпечення, а відповідні системні блоки до рівня планування.

Рівень планування зв'язується з рівнем керування та контролю в системах по-різному.

Набірна група системи БМРЦ зв'язується з виконавчою через монтажні дроти, як по контролю, так і по керуванню, тобто кожний

елемент зв'язується з іншим елементом іншої підсистеми, фізичним зв'язком.

У мікропроцесорній системі з'являється зв'язок, який називається мережею. У системах МПЦ використовуються локальні мережі різних типів. Найпоширенішою є локальна мережа типу Ethernet, також широко застосовуються локальні мережі Modbus Plus, Profibus та інші.

До рівня керування та контролю у системі БМРЦ належить виконавча група, яка перевіряє умови безпеки та формує команди керування. Ці функції в системі МПЦ виконує комп'ютерно-обчислювальний комплекс.

Якщо концепція релейних систем залізничної автоматики та телемеханіки заснована на реле першого класу надійності, які не формують небезпечну відмову і у якого виконується умова  $p(1 \rightarrow 0) \gg p(0 \rightarrow 1)$ , то в мікропроцесорних системах концепція безпеки забезпечується, наприклад, за рахунок дублювання обчислювальних засобів і використання принципу керування, при якому активізація виконавчих об'єктів здійснюється лише за наявності відповідних команд одночасно на виходах дубльованої системи. Для запобігання виникнення небезпечних ситуацій при накопиченні відмов у керуючому

обчислювальному комплексі здійснюється постійний контроль ідентичності інформації в каналах обчислювальної системи [9].

Оскільки система керування та приколійні пристрої потребують різної потужності енергетичних і часових ресурсів, то в системі БМРЦ на рівні спряження знаходиться апаратура керування та контролю стрілками і світлофорами, а в системі МПЦ – об'єктні контролери та пристрої спряження.

Рівень об'єктів керування та контролю для систем, що розглядаються, буде однаковим, адже об'єкти керування та контролю в основному не змінюються.

**Висновки.** У ході дослідження було виявлено, що на основі системного підходу, а саме з точки зору закономірності ієрархічної упорядкованості систем, можливо детально дослідити будь-які структури систем керування рухом поїздів на станції та виділити в них загальні для всіх систем рівні.

Зараз спостерігається інтенсивний перехід на більш складні для розуміння мікропроцесорні системи. Тому запропоновані методи, які дозволятимуть зрозуміліше представляти структури систем для їх якісного дослідження, є актуальним.

### Список використаних джерел

1. Сапожников, В.В. Методы построения безопасных микро-электронных систем железнодорожной автоматики [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.В. Сапожников. – М.: Транспорт, 1995. – 273 с.
2. Сапожников, В.В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи [Текст] / В.В. Сапожников, Вл. В. Сапожников, В. И. Шаманов. – М.: УМК МПС РФ, 2002. – 123 с.
3. Данько, М.І. Мікропроцесорна диспетчерська централізація "КАСКАД" [Текст] / М.І. Данько, В.І. Мойсеєнко, В.З. Рахматов [та ін.]. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – 176 с.
4. Сапожников, В.В. Концентрация и централизация оперативного управления движением поездов [Текст] / В.В. Сапожников, Д.В. Гавзов, А.Б. Никитин. – М.: Транспорт, 2002. – 102 с.
5. Берталанфи, Л. фон. Общая теория систем – критический обзор [Текст] / Л. фон. Берталанфи // Сб. переводов. – М.: Прогресс, 1969. – С. 23-82.
6. Берталанфи, Л. фон. Общая теория систем – обзор проблем и результатов [Текст] / Л. фон. Берталанфи // Ежегодник. – М.: Наука, 1969. – С. 30-54.
7. Садовский, В.Н. Системный подход в современной науке [Текст] / В.Н. Садовский, А.И. Уёмов. – М.: Прогресс-Традиция, 2004. – 561 с.
8. Катренко А.В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації [Текст] / А.В. Катренко. – Львів: Новий Світ – 2000, 2007. – 424 с.
9. Бочков, К.А. Микропроцессорные системы автоматики на железно-дорожном транспорте [Текст] / К.А. Бочков, А.Н. Коврига, С.Н. Харлап. – Гомель: БелГУТ, 2013. – 255 с.

10. Сапожников, В.В. Станционные системы автоматики и телемеханики [Текст]: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В.В. Сапожников, Б.Н. Елкин, И.М. Кокурин [и др.]. – М.: Транспорт, 1997. – 432 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.Б. Бойнік

---

Мороз Володимир Петрович, канд. техн. наук, доцент, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: onilbd@yandex.ru.

Шовкопляс Олександр Олександрович, магістрант, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: armagedon5923@mail.ru.

Бурлаченко Анастасія Юріївна, магістрант, кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: nastya.byrla4enko@yandex.ru.

Moroz Volodymyr, cand. of techn. sciences, associate Professor at Department of Automation and computer remote control train traffic, Ukrainian State University of Railway Transport, E-mail: onilbd@yandex.ru.

Shovkopljas Oleksandr, master student at Department of Automation and computer remote control train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: anytakubay@gmail.com.

Burlachenko Anastasiia, master student at Department of Automation and computer remote control train traffic Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: nastya.byrla4enko@yandex.ru.

Наукова праця здана до друку 14.09.2015 р.