

2. Основні проблеми розумних будинків і як їх можна вирішити? URL: <https://klaster.ua/ua/stati-i-obzory/osnovnye-problemy-umnyhdomov-i-kak-ih-mozhno-reshit/> (дата звернення: 10.10.2022).
3. What is mental modeler? URL: <https://www.mentalmodeler.com/> (дата звернення: 10.10.2022).

*Кустов В. Ф., д.т.н., професор (УкрДУЗТ)*

## ОСОБЛИВОСТІ СЕРТИФІКАЦІЇ СИСТЕМИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ СТРІЛОК ТА СИГНАЛІВ МПЦ-С

Система "Мікропроцесорна централізація стрілок та сигналів МПЦ-С" впроваджена на багатьох станціях промислового залізничного транспорту на протязі більш 10 років. Для можливості впровадження її на магістральних залізницях на Науково-виробничому підприємстві «Хартрон-Енерго» разом з ТОВ «НВП САТЕП» та фахівцями УкрДУЗТ розроблено необхідну конструкторську документацію та виготовлено дослідний зразок системи з урахуванням вимог документа «Мікропроцесорна централізація стрілок та сигналів МПЦ-С. Обладнання ст. КАРАПИШІ регіональної філії "Південно-Західна залізниця". Технічне завдання №67300-16-18», який затверджено керівництвом «Укрзалізниці». Згідно цього документу виконано комплекс робіт з доказу функційної безпеки, надійності та електромагнітної сумісності. Для сертифікації системи МПЦ-С забезпечено виконання та підтвердження наступних вимог:

- конструкторських вимог функційної безпеки, в тому числі: перевірка можливості несанкціонованого використання органів керування; перевірка сполучення МПЦ з системами вищого рівня; перевірка функції протоколювання та архівації; перевірка збереження інформації при аварії; перевірка функції взаємодії з оператором; перевірка електричної міцності ізоляції та опору ізоляції (при нормальних та підвищених температурах и вологості).

- вимог функційної безпеки за відсутності її пошкоджень і дії дестабілізівних чинників;

- вимог функційної безпеки за наявності відмов елементів і пристроїв її структури та інших пристроїв, які можуть впливати на небезпечний стан системи;

- вимог функційної безпеки за реконфігурації системи та змін структури, за помилкових дій оператора та персоналу, що виконує дії з обслуговування та ремонту системи;

- вимог функційної безпеки під час дії електромагнітних чинників: наносекундних імпульсних завад; мікросекундних імпульсних завад великої енергії; імпульсних розрядів статичної

електрики; радіочастотного електромагнітного поля; високочастотних електромагнітних полів від цифрових радіотелефонів; комутаційних завад малої енергії; динамічних змін напруги електроживлення; гармонік напруги електроживлення.

- вимог функційної безпеки під час дії кліматичних чинників;

- вимог функційної безпеки під час дії механічних чинників;

- вимог щодо резонансних частот конструкції;

- вимог до електричної безпеки;

- вимог щодо стійкості до дії механічних чинників під час транспортування;

- вимог щодо стійкості до дії кліматичних чинників під час транспортування та зберігання;

- вимог до рівня емісії електромагнітних завад;

- вимог до пожежної безпеки;

- вимог до ступеня захисту від проникнення;

- вимог до складу та конструкції;

- встановленим вимогам ДСТУ 4178-2003, ДСТУ 4151-2003 (ступінь жорсткості 4 включно), СОУ 45.020-00034045-002:2006 "Вироби залізничної автоматики, телемеханіки та зв'язку. Загальні технічні умови";

- встановленим вимогам документа "Мікропроцесорна централізація стрілок та сигналів МПЦ-С. Обладнання ст. КАРАПИШІ регіональної філії "Південно-Західна залізниця". Технічне завдання №67300-16-18.

На базі виконаних досліджень, проведених попередніх та сертифікаційних випробовувань, у тому числі на імітаційних моделях на ПЕОМ, отриманих необхідних висновків від акредитованих випробувальних лабораторій та спеціалізованих фахових експертних організацій отримано сертифікат відповідності № RCU.0770-21.

У доповіді розглядаються особливості доказу функційної безпеки та сертифікації системи МПЦ-С.

### Список використаних джерел

1. Методика доказу функційної безпеки комплексів управління та регулювання рухом поїздів. Київ. Транспорт України, 106с.
2. ДСТУ 4178-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Функційна безпека і надійність. Вимоги та методи випробовування. – Київ: Держспоживстандарт України, 2003. –32 с.
3. ДСТУ EN 50126-1:2015 uk: Залізничний транспорт. Специфікація та демонстрація надійності, доступності, безпеки і ремонтпридатності (РАМН). Частина 1. Основні вимоги та загальний процес (EN 50126-1:1999, IDT). Чинний від 2016–01–01.

4. ДСТУ EN 50129. Залізничний транспорт. Системи зв'язку сигналізації та оброблення даних. Електронні сигналізаційні системи безпеки. Чинний від 01.01.2019.
5. ДСТУ 4151-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Електромагнітна сумісність. Вимоги та методи випробовування. Чинний від 01.01.2004.
6. ДСТУ EN 50121-4:2018 (EN 50121-4:2016, IDT). Залізничний транспорт. Електромагнітна сумісність. Частина 4. Емісія та несприйнятливості сигнальної та телекомунікаційної апаратури.

*Ситник Б. Т., к.т.н., доцент,  
Бриксін В. О., к.т.н., доцент,  
Давидов І. В., аспірант (УкрДУЗТ)*

УДК 004.2

## **СИНТЕЗ СТРУКТУРИ І МОДЕЛЮВАННЯ АДАПТИВНИХ ЦИФРОВИХ РЕГУЛЯТОРІВ КОРЕКЦІЇ ШВИДКОСТІ РУХУ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ПОЇЗДІВ ІЗ ЗАДАНИМИ ПІД-ЗАКОНАМИ ФОРМУВАННЯ ІМПУЛЬСНИХ УПРАВЛІНЬ**

Варіант структури автоматичної системи нечіткого завдання графіка швидкості руху рухомого об'єкта [1] з її корекцією за фактичними параметрами проїзду із використанням ПІ-регуляторів запропоновано в [2, 3]. Істотним недоліком відомих [3] двох- і трипозиційних частотно-імпульсних ПІ-регуляторів є відсутність диференціальної складової, для реалізації ПІД-закону регулювання, і неможливість корекції їхніх налаштувань до змін параметрів статичних і динамічних характеристик об'єктів керування й адаптивних фільтрів. Це або знижує якість процесів керування в системах керування рухомим складом (РС), характеристики якого змінюються в широких межах [3], або приводить до хаосу в релейних і широтно-імпульсних системах автоматичного керування й нестійкій роботі контуру керування та переходу на ручне керування. Це пояснюється як відсутністю параметричних входів для введення сигналів корекції, так і відсутністю аналітичних методів знаходження корінь характеристичних квазіполіномів високого порядку, необхідних для обчислення відомого критерію оптимізації, а, отже, і оптимальних налаштувань регулятора.

Розроблено метод синтезу моделі дискретних (частотно-імпульсних) ПІД-регуляторів із заданими динамічними характеристиками. Середня складова вихідних імпульсів регулятора сформована на його виході і виділяється інерційною наведеною безперервною частиною.

У регуляторі використовуються окремі параметричні входи сигналів для незалежної динамічної адаптації параметрів налаштування пропорційної диференційної й інтегральної частин при наявності завад змінної інтенсивності. При цьому для налаштування параметрів регулятора за критерієм гарантованого ступеня стійкості (КГСС) не потрібне знаходження всіх корінь характеристичного полінома замкнутого контуру, на відміну від використання відомих критеріїв.

Використання критерію КГСС забезпечує динамічну адаптацію регулятора до зміни параметрів об'єкта й співвідношення корисних сигналів до перешкод у контурі керування при наявності завад.

Проведено моделювання цифрової системи контуру керування високошвидкісних поїздів з нелінійною моделлю електропередачі постійного струму за заданим нечітким блоком завдання графіка швидкості руху на ділянці проїзду, поточного графіку руху.

Результати моделювання наведені підтверджують якість процесів керування, динамічні характеристики яких змінюються в широких межах при наявності завад, перешкод шумів змінної інтенсивності.

### **Список використаних джерел**

1. B. Sytnik. CONSTRUCTION OF AN ANALYTICAL METHOD FOR LIMITING THE COMPLEXITY OF NEURAL-FUZZY MODELS WITH GUARANTEED ACCURACY/B. Sytnik, V. Bryksin, S. Yatsko, Y. Vashchenko // Международный научный журнал "Восточно-Европейский журнал передовых технологий", ISSN 1729-4061 (Online), ISSN 1729-3774. -VOL 2, NO4(98) (2019), -p.8-13. -Режим доступа: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte\\_2019\\_2%284%29\\_2](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2019_2%284%29_2)
2. Ситник Б. Т. Моделі і методи створення систем реалізації графіків руху високошвидкісних поїздів з адаптивною корекцією швидкості за фактичними параметрами проїзду. Частина 1. Структура автоматичної системи нечіткого завдання графіка швидкості руху рухомого об'єкта з її корекцією за фактичними параметрами проїзду/Ситник Б. Т., Бриксін В. О., Ломотько Д. В., Ситник В. В., Давидов І. В.//Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: 2021. – №4. – С. 24-35.
3. Ситник Б. Т. Адаптивное управление в дискретных системах высокого порядка с запаздыванием. Часть 3. Синтез адаптивного частотно-импульсного ПИИ-регулятора с оптимизацией параметров настройки на основе критерия гарантированной степени устойчивости/ Б. Т. Ситник, С. И. Яцько, В. А. Брыксин, В. С. Михайленко//Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: 2012. – №. 1. – С. 71–79.