

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Бриксіна Володимира Олександровича на тему

«Моделі та методи автоматизованого керування рухом поїзда на основі адаптивної корекції швидкості»,

що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.03 – системи та процеси керування

Актуальність обраної теми. Розвинена і сучасна інфраструктура залізничного сполучення – є стратегічним ресурсом держави, важливість якого важко переоцінити. Зростання економіки будь-якого типу неможливе без зростання об'ємів перевезення вантажів та збільшення пасажиропотоку. Збільшення максимальної швидкості кожного окремого рухомого составу, введення до експлуатації високошвидкісних потягів позитивно відображається на пропускній здатності системи залізничного транспорту, але вимагає надійних і якісних систем управління на всіх рівнях функціонування. Впровадження систем автоведення, що в on-line режимі розраховують оптимальну швидкість руху в умовах змінюваних поїзних умов, мінімізуючи поточні видатки електроенергії та чітко дотримуючись розкладу (для пасажирського руху) або перегінного часу ходу (для вантажного руху) та забезпечують стабілізацію цієї швидкості є перспективним і необхідним. За наявності системи автоведення підвищується безпека руху за рахунок автоматизованого виконання швидкісного режиму руху з урахуванням постійних і тимчасових обмежень швидкості, а також зменшення втомлюваності людини-машиніста, яка завдяки системі авто ведення фактично виключена з системи управління і виконує роль інтелектуального контролю за режимом роботи системи та опрацювання позаштатних і аварійних ситуацій.

Автором, цілком слушно, запропоновано здійснювати розвиток існуючих системи управління залізничним транспортом шляхом використання

методів інтелектуального і адаптивного управління. Значний внесок у створення загальної теорії адаптивних систем, до яких належать системи управління залізничним транспортом, зробили такі вчені, як В.А. Бесекерський, Н. Вінер, С.В. Ємельянов, Г.І. Загарій, А.О. Каргін, В.М. Кунцевич, А.А. Красовський, П.Д. Крутько, М. Месарович, В.В. Солодовников, В.Н. Фомін, Я.З. Ципкін, В.О. Якубович, М. Ashby, Т. Chang, R. Kalman, A. Kusiak, Н. Kwakernaak, Т. Mamdani, К. Ostrem, С. Petri, W. Saridis, D. Spuner, Y. Takahara, L. Zade та ін. Представлена робота спирається на наукові праці згаданих вчених та безпосередньо використовує та розвиває кращі теоретичні надбання у галузі управління залізничним транспортом.

Метою роботи автора було забезпечення необхідних характеристик процесу управління рухом потягу на основі адаптивної корекції швидкості руху. Розроблення перспективних моделей і методів синтезу автоматизованих систем управління засобами залізничного транспорту підвищить безпеку перевезень і є актуальним науковим завданням.

Актуальність та перспективність дисертаційної роботи підтверджуються тим, що наукові дослідження проводилися на кафедрі спеціалізованих комп'ютерних систем Українського державного університету залізничного транспорту у рамках науково-дослідних робіт “Розробка та дослідження алгоритмів оптимального керування електричною передачею локомотива” (ДП №0100U000821), “Дослідження перспективного гібридного тягового привода на базі синхронних машин з постійними магнітами” (ДП №0107U000343) і держбюджетної теми УкрДАЗТ “Розробка методології побудови перспективної системи керування швидкістю поїздів” (Б/Т23/2 від 1.04.2010 р.), у яких здобувач брав участь як виконавець.

Таким чином, розроблення перспективних моделей і методів синтезу автоматизованих систем управління засобами залізничного транспорту необхідне для оптимізації ведення графіків швидкісного руху та унеможливлення впливу людського фактора через обмежені фізіологічні можливості людини-машиніста при заростанні максимальної швидкості руху потягів, є

актуальною науковою задачею, та визначила напрям дисертаційного дослідження.

Новизна досліджень та одержаних результатів. Найважливішими новими науковими результатами, що отримані у дисертаційній роботі слід вважати:

– вперше розроблено математичну модель швидкісного графіка руху для автоматизованої системи управління швидкістю поїзда на основі інтерполяції, що відрізняється адаптивним урахуванням використовуваної кількості термів, що дозволяє забезпечити необхідну точність виконання заданого графіка на високих швидкостях;

– удосконалено математичну модель управління швидкістю на основі нечітких мереж Петрі, яка відрізняється від відомих, врахуванням заданої кількості термів відповідно необхідної точності виконання, що дозволило здійснити корекцію поточної швидкості в процесі руху поїзда;

– отримав подальший розвиток метод синтезу контуру управління поїздом з ПІ- регулятором і адаптивним фільтром, що відрізняється від відомих використанням критерію гарантованої ступеня стійкості та враховує третій порядок характеристичного рівняння і запізнювання об'єкта в замкнутому контурі управління, що дозволило спростити процедуру синтезу закону управління в нижньому контурі управління.

Ступень обґрунтованості, наукових положень, висновків та рекомендацій сформульованих у дисертації, їх достовірність.

Отримані результати, висновки і рекомендації математично і логічно аргументовані. **Достовірність** забезпечується коректною постановкою задач автоматизованого виконання швидкісного режиму руху з урахуванням постійних і тимчасових обмежень швидкості. Усі методи, що запропоновані в дисертаційній роботі **обґрунтовані** строгими математичними викладками і підтверджуються результатами серії обчислювальних експериментів на ЕОМ.

Значимість для практики Практична цінність роботи полягає в її спрямованості на вирішення конкретних проблем управління в залізничним транспортом. Позначена автором проблема розглянута на всіх рівнях функціонування системи (високому, середньому та низькому), далі задача конкретизована і доведена до практичної реалізації, шляхом синтезу моделей об'єкта управління і регулятора, з подальшим проведенням низки обчислюваних експериментів.

Результати дисертаційної роботи застосовувалися при синтезі системи та дозволили моделювати процеси управління засобами залізничного транспорту на підставі критерію гарантованого ступеня стійкості (КГСС), що забезпечило побудову автоматизованих систем управління, застосовуючи моделі більш високого порядку (акт упровадження ДП завод "Електроважмаш" (ЕВМ)).

Розроблені процедури моделювання процесів управління швидкістю поїзда дозволяють побудувати АРМ диспетчерського персоналу для дослідження процедур управління швидкістю поїзда (акт упровадження ДП завод ЕВМ).

Запропонована процедура настроювання контурів управління швидкістю потяга на підставі нового КГСС, урахує інформацію про поточні параметри передавальної функції адаптивного фільтра. Вона впроваджена ДП завод "Електроважмаш" для розроблення систем управління маневровим тепловозом ТЕМ103, при цьому зросла перешкодозахищеність контурів управління та скоротилася тривалість перехідних процесів, за рахунок чого зменшені витрати енергоресурсів на 9% (акт упровадження ДП завод ЕВМ).

Впроваджені в навчальний процес кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем УкрДАЗТу прикладні програми, що реалізують моделі адаптивних фільтрів, диференціаторів і регуляторів на ПЕОМ, а також моделі адаптивного управління для підготовки магістрів, слухачів курсів підвищення кваліфікації керівного складу та фахівців залізничного транспорту

України. Методику й результати досліджень використано в лабораторних роботах з дисципліни "Теорія автоматичного управління та штучного інтелекту (акт упровадження УкрДАЗТ)

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях та апробація роботи. Результати дисертаційної роботи досить повно відображені у 17 наукових публікаціях автора, 8 з яких у наукових фахових виданнях України, 2 роботи опубліковано у наукових фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз, основні результати дисертаційної роботи доповідались на науково-технічних конференціях. Здобувачем отримано свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір (комп'ютерна програма).

Зауваження.

1. Автор обмежився вихідним описом графіку проїзду поїзда рівняннями нецентральної кривої 2-го порядку, що цілком логічно (швидкість та пришвидшення), але навів у якості обґрунтування рисунок 2.2 де центральна крива 3-го порядку.

2. Одна з частин другого розділу має назву «Інтегрування інформаційних технологій процесів керування на середньому рівні систем керування залізничним транспортом», але розглядаються в ній переважно питання пов'язані з нижнім контуром управління та узагальненою моделлю потяга, як об'єкта управління. На мою думку викладеній в названому підрозділі матеріал цілком доречний, але має невдалий підзаголовок.

3. В першому розділі на рисунку, що відображає структуру контуру управління потягом по-перше обидва контури позначені як «середній рівень», по-друге, на мою думку, на суматорі до якого сходяться виходи об'єкта управління і моделі об'єкта управління потрібно поміняти мітку віднімання, бо за такого її розміщення на суматор блоку налаштування параметрів регулятора двічі подається значення параметру збурення з одним

знаком замість його компенсації, яке, зазвичай, передбачають подібні структури адаптивних систем управління.

4. Третій розділ присвячено методам застосування нечітких мереж Петрі, і це майже перша згадка (окрім згадування на рисунку 1.1 в першому розділі) про цю технологію моделювання динамічних систем у дисертації. На мій погляд доречно було би надати в першому розділі певну інформацію про досвід використання мереж Петрі та нечітких мереж Петрі, як засобу моделювання невизначеності у системах управління залізничним транспортом.

5. У дисертації доцільно було б навести порівняння запропонованого критерію оптимальності на основі оцінки модуля куба значення вихідного сигналу та більш розповсюдженого квадратичного критерію.

6. Ускладнює сприйняття роботи наявність не точно переведених або не загальноживаних термінів. Стилiстично текст роботи наповнений ризмами, не коректне використання частки «й» замість «і» або «та», та ін.

7. Деякі рисунки в роботі недостатньої якості, зустрічаються надписи російською та англійською мовами. Є певні неточності з напрямом стрілок, що позначають проходження сигналів або інформаційні зв'язки.

Висновок.

Таким чином можна зробити висновок, що в дисертації отримані науково обґрунтовані результати по розробці моделей та методів автоматизованого управління рухом поїзда на основі адаптивної корекції швидкості, що дозволило вирішити певні проблеми управління на залізничному транспорті на якісно новому рівні. А саме, розв'язане науково-прикладне завдання підвищення ефективності функціонування системи автоматизованого управління рухомим об'єктом – потягом на підставі впровадження удосконалених методів та моделей нечіткої корекції швидкості його руху та синтезу адаптивного регулятора з урахуванням критерію гарантованого ступеня стійкості роботи контурів управління для зменшення впливу люд-

ського фактора, що підвищить безпеку перевезень та пропускну здатність системи залізничного сполучення.

Дисертація є закінченою науково-дослідною роботою і має в цілому завершений характер, оформлення відповідає вимогам, що висуваються до дисертаційних робіт, а автореферат повністю відображує основні положення дисертації.

Зроблені зауваження принципово не знижують високого наукового і практичної цінності дисертаційної роботи, яка в повній мірі відповідає п. 9, 11, 12 вимог «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор Бриксі́н Володимир Олександрович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.03 – системи та процеси керування.

Офіційний опонент
науковий співробітник
Інституту сцинтиляційних матеріалів
НАН України,
кандидат технічних наук



Соболев О.В.

Підпис к.т.н., **Соболева О. В.** засвідчую
Вчений секретар
Інституту сцинтиляційних матеріалів
НАН України,
кандидат технічних наук



Дацько Ю.М.