

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора Удовенка Сергія Григоровича на дисертаційну роботу Аркатова Дениса Борисовича «Моделі та інформаційна технологія диспетчеризації руху для залізничного транспорту в умовах часових обмежень», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Актуальність теми дисертаційної роботи

У сучасних умовах формування нової структури соціально-економічних відносин відповідно до євроінтеграційних прагнень України зростає роль використання інформаційних технологій на підприємствах та в організаціях задля забезпечення ефективного управління. Впровадження інформаційних систем обробки даних в режимі реального часу дозволяє удосконалювати процеси прийняття рішень в складних системах, що особливо важливо для транспортних систем. Безпека руху залізничного транспорту залежить як від якості технічних пристроїв та систем, що використовуються, так і від своєчасності та ефективності рішень щодо управління рухом. На сьогодні, як правило, для прийняття рішень використовується дещо застарілі методи диспетчеризації руху потягів, ефективність яких суттєво обмежена обсягами доступної інформації, своєчасністю та повнотою даних, які використовуються для прийняття оперативних управлінських рішень. При цьому системою управління практично не аналізуються дані щодо наслідків прийнятих рішень з точки зору порушень розкладу руху та пов'язаних з цим витрат. Зокрема, для прийняття оперативних рішень не використовується навігаційна інформація, яка дозволяє реалізувати превентивні міри та запобігти виникненню позаштатних ситуацій, що в підсумку підвищує безпеку руху. Таким чином, є очевидною необхідність розробки нових або удосконалення існуючих моделей та інформаційних технологій збору та обробки даних в системах

підтримки процесів прийняття рішень щодо диспетчеризації руху залізничного транспорту.

Це обумовлює актуальність теми дисертаційної роботи Аркатова Д.Б., що присвячена як розв'язанню наукової задачі створення інформаційної технології диспетчеризації з метою підвищення безпеки руху та ефективності перевезень на залізничному транспорті, так і питанням практичної реалізації отриманих теоретичних результатів.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі програмної інженерії та інформаційних технологій управління Національного технічного університету «ХПІ» відповідно до завдань держбюджетних тем МОН України: «Розробка систем підтримки прийняття рішень з управління розвитком складних розподілених техніко-економічних та соціально-економічних систем» (ДР № 0111U002287) та «Розробка інформаційно-аналітичних технологій стратегічного управління ієрархічними розподіленими системами» (ДР № 0113U000452), де здобувач був виконавцем окремих етапів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Дослідження, що були виконані в дисертаційній роботі, ґрунтуються на загальнонаукових методах пізнання, зокрема: методах теорії розподілених систем управління (для розробки комплексного підходу до вирішення задачі диспетчеризації); методах багатокритеріальної оптимізації та теорії прийняття рішень (для побудови моделі диспетчерського управління); методах теорії ймовірностей (для побудови моделі визначення пропускної здатності каналу передачі даних); методи теорії паралельних обчислень (для підвищення обчислювальної здатності алгоритмів).

При розробці нових наукових положень та рекомендацій автором застосовані дані, одержані за результатами аналізу сучасного стану та

перспектив розвитку інформаційних систем, що дозволяють автоматизувати процеси диспетчерського управління залізничного транспорту.

Обґрунтованість основних наукових положень обумовлюється коректністю застосування сучасного математичного апарату та програмних засобів (уніфікованої мови моделювання UML та методології агентно-орієнтованого програмування) для опису моделей і методів процесів функціонування, передачі даних і диспетчеризації руху в умовах часових обмежень.

Достовірність результатів дисертаційної роботи, одержаних Аркатовим Д.Б., підтверджено актами їх практичного використання у ВП «Основ'янська колійно-машинна станція» регіональної філії «Південна залізниця» ПАТ «Українська залізниця» (м. Харків), у ТОВ «Сайтосс» (м. Харків), а також у навчальному процесі кафедри програмної інженерії та інформаційних технологій управління НТУ «ХПІ».

Значущість отриманих результатів для науки та практики

Теоретичні та експериментальні дослідження, проведені здобувачем, дозволили вирішити задачу розробки моделей та інформаційної технології диспетчеризації залізничного транспорту, що дають змогу підвищити безпеку руху та ефективність перевезень в умовах часових обмежень.

У рамках вирішення цієї задачі отримані наступні **наукові** результати:

– **вперше запропоновано:** інформаційну технологію мультиагентного диспетчерського управління залізничним транспортом, що дозволяє здійснювати оперативну координацію рухом в режимі реального часу на основі оптимізаційно-імітаційного підходу з урахуванням навігаційної інформації і оцінок каналу передачі даних;

– **удосконалено:** імітаційну мультиагентну модель диспетчеризації руху залізничного транспорту, що дозволяє учасникам руху автономно здійснювати пошук правильних рішень в разі виникнення ситуацій порушення умов безпеки руху в режимі реального часу шляхом моделювання

поведінки всіх учасників руху в віртуальному просторі на основі поточної навігаційної інформації; метод диспетчерського управління рухом залізничного транспорту, який (на основі імітаційного моделювання) дозволяє враховувати обмеження на часовий інтервал пошуку рішень і особливості технологій передачі даних шляхом врахування географічної розподіленості системи диспетчерського управління, багатокритеріальності задачі і визначення часових обмежень;

– **набула подальшого розвитку** імітаційна модель моніторингу каналу передачі навігаційних даних, що на основі моделювання процесу у режимі реального часу дозволяє постійно відстежувати стан цього каналу та визначати актуальність даних диспетчерського управління в задачі підтримки прийняття оперативних рішень.

На основі застосування нових наукових положень, запропонованих у дисертації, стає можливим підвищити рівень безпеки руху та ефективність перевезень за рахунок мінімізації витрат на диспетчерське управління та оперативного прийняття диспетчерських рішень.

Практичне значення результатів роботи полягає в тому, що розроблені моделі та інформаційна технологія диспетчерського управління дозволяють автоматизувати процес підтримки прийняття рішень диспетчером та машиністом в процесі руху залізничного транспорту та є основою для побудови автоматизованої системи диспетчеризації руху.

Перспективи практичного втілення теоретичних положень дисертації підтверджуються відповідними актами впровадження, наведеними здобувачем. Безумовною є можливість **практичного** використання результатів дисертаційної роботи при створенні та удосконаленні автоматизованих систем обробки та передачі даних для диспетчерського управління залізничним транспортом України.

Повнота викладення основних результатів у наукових виданнях та апробація. За результатами дисертаційних досліджень здобувачем

опубліковано 12 наукових праць: 7 статей у фахових наукових виданнях з технічних наук (з них 2 статті у виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз), 5 публікацій у матеріалах науково-технічних конференцій. Опубліковані праці містять основні наукові результати (наукові положення, висновки і рекомендації), що виносяться на захист, та не мають повторів. Результати дисертаційної роботи пройшли необхідну апробацію, доповідалися й обговорювалися на наступних міжнародних конференціях: Міжнародних науково-практичних конференціях «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я» (Харків, 2012, 2013); XIX Міжнародній конференції з автоматичного управління (Київ, 2012); X Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні технології в економіці та управлінні підприємствами, програмами та проектами» (Алушта, 2012); VIII Міжнародній конференції «ICT in Education, Research, and Industrial Applications (Херсон, 2013).

Оцінка змісту дисертації та її завершеності у цілому

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та шести додатків і за обсягом відповідає вимогам щодо кандидатських дисертацій.

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, визначено її мету, завдання, об'єкт, предмет і методи дослідження. Охарактеризовано наукову новизну та практичну значущість роботи, наведено відомості про впровадження її результатів та наявність відповідних публікацій.

У першому розділі здійснено аналіз сучасних досліджень з обраної теми. Розглянуто переваги та недоліки існуючих засобів та методів автоматизації процесів диспетчерського управління залізничним транспортом. Показано, що для підвищення ефективності такого управління доцільною є розробка моделей та інформаційної технології диспетчеризації руху залізничного транспорту в умовах часових обмежень.

У другому розділі наведені схеми систем інформаційного обміну і диспетчеризації руху та методи їх реалізації засобами формальної

архітектури агента. Оригінальною слід вважати запропоновану здобувачем модель обміну даними та диспетчеризації руху, що дозволяє моделювати процес взаємодії агентів при гарантуванні безпеки руху і пошуку компромісних керуючих впливів. Вирішення задачі диспетчеризації руху залізничного транспорту пропонується здійснювати на основі оптимізаційно-імітаційного підходу. Система диспетчерського управління представлена дворівневою ієрархічною структурою, в якій диспетчерські зони є підсистемами нижнього рівня, а залізнична зона України – підсистемою верхнього рівня. В той же час система диспетчеризації руху потягів, що знаходяться в деякій зоні управління, повинна забезпечити вирішення задач: визначення черговості і реального часу прибуття або відправлення потягів з урахуванням безпеки на залізничних перегонах.

У третьому розділі вирішуються задачі розробки моделей декомпозиції, паралельної обробки даних, а також диспетчеризації руху в паралельному режимі на основі багатоагентної моделі та імітаційного моделювання каналу передачі даних для контролю його пропускнуєї спроможності. Запропонована інформаційна технологія диспетчеризації об'єднує етапи прийому та обробки даних, контролю актуальності даних, пошуку рухомих засобів, які знаходяться в ситуації порушення умов безпеки руху, визначення та впровадження компромісного впливу.

Четвертий розділ присвячено питанням апробації розробленої інформаційної технології. Для створення імітаційної моделі і програмної реалізації інформаційної системи диспетчеризації руху використано середовище AnyLogic. До вагомих результатів проведених експериментів слід віднести те, що за допомогою побудованої імітаційної моделі був розрахований час обробки даних та вироблення керуючого впливу агентами під час руху. Отримані дані були порівняні з максимально можливими значеннями часових показників для виконання умови актуальності. Для оцінки економічної ефективності проекту здобувачем враховувались наступні показники: чиста приведена вартість, рівень прибутковості,

рентабельність активів, час передачі даних, надійність передачі даних, автоматизація праці, умови праці і безпека. Комплексну оцінку розраховано згідно з методикою послідовного агрегування класифікованих станів (ПАКС). Отримані оцінки підтвердили економічну ефективність впровадження результатів дисертації.

У висновках відображено результати дисертаційної роботи та їх відповідність до поставлених задач.

Список використаних джерел зі 183 найменувань охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації за темою дисертації.

В додатках до дисертаційної роботи наведено акти впровадження, опис європейської системи управління рухом потягів та деякі допоміжні дані щодо стандартів зв'язку.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертаційної роботи

Оформлення автореферату за своїм обсягом, структурою та змістом відповідає чинним вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника». Зміст автореферату повністю відображує зміст основних наукових положень дисертаційної роботи.

Відповідність дисертації паспорту спеціальності

Дисертаційну роботу виконано у відповідності до пунктів 2 (розроблення інформаційних технологій для аналізу та синтезу структурних, інформаційних і функціональних моделей об'єктів і процесів, що автоматизуються) та 3 (розроблення моделей і методів автоматизації виконання функцій і завдань виробничої й організаційного управління у звичайних і багаторівневих структурах на основі створення і використання нових інформаційних технологій), зазначених в паспорті спеціальності 05.13.06 – системи та процеси керування.

Зауваження по дисертаційній роботі

1. Наведені в дисертаційній роботі моделі диспетчеризації руху формалізуються за допомогою мультиагентної системи. В підрозділі 2.4 запропоновано варіант архітектури та діаграму станів агентів, але не розглянуто можливість представлення мультиагентної системи в аналітичному вигляді.

2. В роботі запропоновано метод декомпозиції та реалізації задачі диспетчеризації руху в паралельному режимі (підрозділ 3.1). Втім, з тексту дисертаційної роботи не цілком ясно, як функціонально реалізується паралельний режим обчислень в реальному часі.

3. Здобувач припускає, що для множини потягів є можливим визначення дійсного часу прибуття і відправлення з урахуванням безпеки залізничного руху на шляхах (с.66), але не наводить відповідну процедуру такого визначення.

4. Доцільно було б оцінити складність розроблених алгоритмів збору та обробки даних в їх мультиагентній реалізації та дослідити фактори, що впливають на ефективність роботи агентів.

5. Здобувачем стверджується, що в роботі набула подальшого розвитку імітаційна модель моніторингу каналу передачі навігаційних даних (с.8). В той же час в роботі наводяться лише схема та приклад імітаційного моделювання передачі даних в мережі Інтернет (с.75,76), що не цілком переконливо ілюструють можливості використання запропонованої моделі в задачах диспетчерського управління.

6. В заключному розділі роботи слід було б навести опис програмної реалізації інформаційної системи диспетчеризації руху залізничного транспорту (графічний інтерфейс, діаграми класів тощо).

7. Цінність отриманих результатів була б більш переконливою, якби здобувач навів кількісні оцінки результатів моделювання запропонованих методів та технологій для підприємств, де (згідно з актами) відбувалося впровадження.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Аркатова Дениса Борисовича є завершеним науковим дослідженням, де отримано нові науково обгрунтовані результати, що в сукупності вирішують актуальну науково-прикладну задачу розробки моделей та інформаційної технології диспетчеризації руху для залізничного транспорту в умовах часових обмежень. Дисертація характеризується високим теоретичним рівнем, наявністю нових взаємопов'язаних наукових і практичних результатів. Результати дисертаційної роботи одержано здобувачем особисто, опубліковано у фахових науково-технічних виданнях та апробовано на міжнародних наукових конференціях.

Вважаю, що дисертаційна робота за своїм змістом і науковим рівнем наведеного матеріалу відповідає пунктам 11, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» щодо кандидатських дисертацій, а її автор, Аркатов Денис Борисович, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент,
професор кафедри
електронних обчислювальних машин
Харківського національного
університету радіоелектроніки,
доктор технічних наук, професор



С.Г. Удовенко

Підпис Удовенка Сергія Григоровича засвідчую.
Проректор з науково-методичної роботи
Харківського національного
університету радіоелектроніки



С.Є. Ігнат'єв