

20.06.2019  
1/6 - 05.20

## ВІДГУК

офіційного опонента Мірошник Марини Анатоліївни  
на дисертаційну роботу **Накул Юрія Олександровича**  
**«МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ПОБУДОВИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ  
КОНТРОЛЮ ЗАВАНТАЖЕННЯ КОНТЕЙНЕРОВОЗУ»**

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук  
за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

### **Актуальність теми.**

Розвиток науки і техніки дозволив автоматизувати практично всі сфери зайнятості людини. Активно розвиваються засоби логістики, автоматизуються складські роботи, навіть впроваджено системи автоматичної доставки малогабаритних вантажів, замовлених в інтернет-магазинах. Проте подібні пристрої діють лише в межах декількох крупних мегаполісів в США. Наряду з цим актуальним є міжконтинентальне морське транспортування великотоннажних вантажів, які, як правило, здійснюються в універсальних контейнерах. Як не дивно, проте в даній галузі найменше використано новітніх інформаційних технологій в порівнянні з іншими. Найбільше проблем спостерігається в процесі розподілення вантажів, контролі за вантажними операціями судна, відсутня верифікація заявленої маси вантажу та повна відсутність контролю за розподілом маси по палубі судна в реальному часі, відсутні методи та засоби синхронізації інформації судових та портових систем для оптимізації завантаження.

Ці розробки є масштабними і глибокими, проте більшість розроблених моделей і методів використовуються окремо, не в комплексі і призводять до того, що інформаційні ресурси не будучи синхронізованими створюють безліч протиріч і затримок в роботі всього процесу. Жодна з існуючих моделей не передбачає контролю за процесом завантаження в реальному часі за розподілом маси вантажів. Це свідчить про те, що реальні питання безпеки та дотримання норм переважно не враховуються. Таким чином, розробка нових моделей, методів і засобів забезпечення автоматизації завантаження суден контейнеровозів є актуальним завданням.

Актуальність теми роботи підтверджується так само й тим, що вона пов'язана з виконанням держбюджетних науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України: науково-дослідних робіт національного університету «Одеська морська академія» «Система моніторингу завантаження контейнеровоза» (номер державної реєстрації 0117U000317), «Автоматизація технологічних та адміністративних процесів на транспорті» (номер державної реєстрації 0115U003577), в яких автор брав участь як фахівець та виконавець.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.**

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Накул Ю.О. є високою та базується на аналізі науково-технічних джерел за даною проблемою, гармонійній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні та критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, а також якісному формулюванні отриманих висновків. Теоретичні дослідження виконано з використанням сучасного математичного апарату.

### **Достовірність результатів досліджень.**

Достовірність отриманих наукових результатів, висновків та дієвість розроблених математичних моделей перевірено порівнянням теоретичних положень з експериментальними даними.

**До основних нових наукових результатів дисертації** полягає у створенні моделей, методів та засобів створення комп'ютерної системи завантаження контейнеровоза, яка дозволяє підвищити ефективність проведення вантажних операцій та забезпечити відповідність розташування контейнерів до норм безпеки їх морського перевезення.

– *Вперше отримано інформаційну модель* комп'ютерної системи завантаження контейнеровоза, яка відрізняється від існуючих систем можливістю контролю ваги та переміщення контейнерів в реальному часі, наявністю інтеграційних властивостей суднової комп'ютерної системи в портову, що дозволило оптимізувати процес завантаження за рахунок введення цифрових точок контролю та прискорити час вантажних операцій за рахунок об'єднання суднових та портових систем планування та контролю;

– *Вперше запропоновано метод* автоматичного визначення координат переміщення контейнерів під час їх завантаження на контейнеровоз, який відрізняється від існуючих використанням мікропроцесорних вимірвальних приладів та сенсорної автоматики, встановленої на захоплюючому пристрої крану завантажувача, що дозволяє відслідковувати реальне розташування контейнерів на палубі за рахунок впровадження інерційних навігаційних систем та застосування математичних методів векторного аналізу для розрахунку поточних координат контейнеру, який завантажуються.

– *Удосконалено математичну модель* основних процесів завантаження судна, яка відрізняється від існуючих можливістю реєстрації всіх параметрів завантаження в реальному часі та наявністю імітаційної складової, що дозволяє оптимізувати процес завантаження за часом виконання та за місцем розташування контейнерів за рахунок введення оптимізаційних кількісно-масових показників та умов оптимального розподілу завдань завантаження.

– *Отримала подальший розвиток математична модель* оцінки остійності судна при розподілі ваги контейнерів в реальному часі за рахунок розробленого методу розрахунку відхилення центру маси судна від допустимих норм та побудови поверхні

розподілу центрів мас по кожному з штабелів контейнерів судна, що дозволяє забезпечити зворотній зв'язок під час процесу завантаження та контролювати відповідність розташування контейнерів до норм безпеки морського перевезення контейнерів, аналізувати навантаження різних секторів судна.

### **Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.**

1. Завдяки розробленим інформаційної моделі комп'ютерної системи контролю завантаження контейнеровоза, а також розгорнутої мережевої моделі мобільного моніторингу та оперативного контролю за процесом завантаження отримана можливість їх впровадження у вже існуючі мережі, що значно скорочує час розгортання проекту та економічні витрати при її інтеграції, а капітан судна набуває мобільності разом з зростанням рівня його оперативної інформованості.

2. Розроблений метод завантаження контейнеровозів дозволяє в автоматичному режимі здійснювати контроль за навантаженням судна та основними параметрами його остійності. Метод дозволяє оптимізувати процес завантаження, скоротити кількість його кроків у порівнянні з іншими відомими способами завантаження. Відпала необхідність залучення додаткового персоналу для контролю за завантаженням.

3. Завдяки розробленим математичним моделям системи завантаження контейнеровоза, остійності судна при розподілі ваги контейнерів, автоматичного позиціонування контейнерів при проведенні вантажних операцій з контейнеровозами у контейнерних терміналах отримана можливість автоматичного визначення в реальному часі координат кожного контейнера, який переміщується, відхилення загального центру тяжіння навантаженого судна від номінального та інші параметри остійності, розподіл мас вантажу у відповідності до рекомендацій класифікаційних товариств.

4. Розроблені апаратно-програмні засоби дозволяють реалізувати переважну більшість запропонованих теоретичних положень, отриманих під час дослідження.

### **Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.**

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно відображені у 13 наукових публікаціях, з них: 7 статей – у фахових наукових журналах, які затверджені МОН України та індексуються у наукометричній базі Index Copernicus тощо, 4 праці – у збірниках матеріалів міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференцій, 1 стаття апробаційного характеру, 1 звіт з НДР. В цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

### **Оцінка змісту дисертаційної роботи:**

Дисертаційна робота Накула Ю.О. складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури з 104 найменувань і додатків. Загальний обсяг становить 163 сторінки (з них 131 – основного тексту). У роботу входять також

61 рисунок і 3 таблиці.

У вступі наведено загальну характеристику роботи, яка підкреслює її актуальність, відповідність науковим темам, наукову новизну та практичне значення, визначено предмет та об'єкт дослідження, сформульовано мету та задачі дослідження.

У першому розділі проведено аналіз існуючих моделей систем контролю завантаження та систем обліку і планування розміщення контейнерів на контейнеровозах. Розглянуто перебіг основних процесів, що відбуваються під час заходу судна в порт та при його завантаженні. У результаті узагальнення проаналізованих даних виявлено відсутність наукових рішень, щодо автоматизації контролю процесу завантаження та перерахунку показників остійності судна в реальному часі. Виявлено закономірності, які в подальшому дозволять підвищити ефективність проведення завантаження / розвантаження контейнеровозів. Виявлено відсутність уніфікованої інформаційної моделі, що відповідає всім сучасним вимогам інтегративності та ефективності роботи.

Аналіз існуючих систем обліку та планування розміщення контейнерів на контейнеровозі попри їх широкі можливості показав їх низьку ефективність, відсутність гнучких адаптаційних алгоритмів у їх роботі, високу завантаженість капітана та відповідального за завантаження. Визначено, що існуючі методи завантаження не дозволяють контролювати в автоматичному режимі переміщення контейнерів, що й визначило один з подальших напрямів дослідження.

Аналіз існуючих комп'ютерних систем показав відсутність наявних методів перевірки основних параметрів судна, таких як остійності та інше в режимі реального часу при завантаженні / розвантаженні судна. У зв'язку з цим висунуто пропозицію в створенні нових інтегрованих підходів до управління процесом завантаження, розробці методів автоматичного контролю за параметрами судна в режимі реального часу при його завантаженні / розвантаженні, розробці нових методів та систем для контролю за завантаженням судна, що дозволить контролювати його режими в автоматичному режимі та які даватимуть інформацію в реальному часі.

В результаті проведеного аналізу отримано технологічну карту наукового дослідження, а також визначено ряд задач, вирішенню яких присвячений матеріал наступних трьох розділів.

У другому розділі проводяться дослідження по створенню інформаційних моделей, на основі яких в подальшому розробник матиме змогу здійснити апаратно-програмну розробку комплексу автоматизації контролю завантаження контейнеровозів. Зокрема, виконані дослідження показали можливість побудови комп'ютерних систем та мереж, що дадуть можливість при заході судна в порт інтегрувати його комп'ютерну систему в портову для підвищення якості процесу завантаження.

На основі методів системного аналізу розроблено структуру інформаційної моделі комп'ютерної системи контролю завантаження контейнеровозу.

Розроблена модель дозволяє істотно спростити процес завантаження за рахунок введення цифрових точок контролю та впровадження єдиного інформаційного поля портової зони та судна. Отримані результати дають можливість впроваджувати запропоновану модель у вже існуючі мережі, що значно скорочує час розгортання проекту та економічні витрати при її інтеграції.

Приведено розробку методу завантаження контейнеровозів, що передбачає автоматичне визначення поточних координат завантажуваного контейнера з можливістю подальшого ведення журналу проведеного процесу, що дозволяє використовувати його в комп'ютерних судових системах з можливістю контролю перебігу завантаження в режимі реального часу. Даний метод дозволяє здійснити збір даних в реальному часі, таких як маса контейнерів в кожній точці судна, та їх кількість. Даний підхід дозволяє в автоматичному режимі здійснювати контроль за навантаженням судна та основними його параметрами остійності.

Метод дозволяє оптимізувати процес завантаження, скоротити кількість його кроків, у порівнянні з іншими відомими способами завантаження. Відпала необхідність залучення додаткового персоналу для контролю за завантаженням.

Для надання капітану можливості перебування в довільній точці порту та дізнаватись про кількісний склад завантажених чи розвантажених контейнерів, а також безпосередні їхні маршрутні дані, в розділі розроблено модель системи мобільного моніторингу за процесом завантаження. Це, в свою чергу, дозволить капітану безпосередньо контролювати параметри остійності судна та запобігти утворення крену і диференту судна, зменшити паперовий документообіг, підвищити продуктивність праці, скоротити час на обробку інформації.

У третьому розділі приводиться розробка математичного апарату на основі раніше створених інформаційних моделей системи завантаження контейнеровозів. Зокрема, розроблено математичну модель системи завантаження контейнеровозу, яка дозволяє визначати переважну більшість технічних параметрів судна після проведення завантаження. Модель передбачає контроль за належною масою контейнерів, її рівномірний розподіл, відповідність завантажуваних контейнерів до обраних критеріїв оптимізації завантаження, до яких відноситься пріоритетність завантаження за масою, черговістю доставки в місця призначення, цінність та інше.

Приведено результати розробки математичної моделі остійності судна при розподілі ваги контейнерів. Використання даної моделі дозволяє в реальному часі побудувати поверхню розподілу центрів тяжіння контейнерів для виявлення місць перевантаження та перевірки розподілу мас у відповідності до рекомендацій класифікаційних товариств. Також модель дозволяє визначити відхилення загального центру тяжіння навантаженого судна від номінального.

Розроблено математичну модель методу автоматичного позиціонування для завантаження та розвантаження контейнерних суден у контейнерних терміналах. Основна вирішувана задача – перетворення координат контейнера з системи

координат, яка має прив'язку до берегової лінії в суднову систему координат та постійний перерахунок поточних координат контейнеру, що завантажується.

Розроблений алгоритм розрахунку координат контейнеру, що завантажується, дозволяє обрахувати його координати в довільний момент часу, проте подібна процедура передбачає безперервну постійну роботу в режимі реального часу та потребує попереднього калібрування задля точного встановлення початків координат кожної з систем вимірювання та верифікації даних, які надходять з акселерометру.

У четвертому розділі викладено результати апаратної та програмної реалізації теоретичних положень, які розроблені в розділах 2 та 3. Так, на основі виконаних досліджень та розробленої математичної моделі автоматичного позиціонування для завантаження та розвантаження контейнерних суден у контейнерних терміналах створено систему визначення координат контейнера, що полягає переважним чином в закріпленому акселерометрі на спредері перевантажувача. Розроблено програмно-апаратний комплекс, що дозволяє дистанційно в режимі реального часу відслідковувати за переміщеннями контейнерів перевантажувачем, вести журнал всіх подій та здійснювати перевірку процесу на відповідність до наявних норм та вимог, що діють в судноплавстві.

При розробці апаратної частини визначено доцільність відмови від розробки системи з використанням повного життєвого циклу розробки електронної системи, оскільки затрачений час на розробку та сертифікаційні вимоги до системи накладуть не виправдані фінансові витрати. Тому основні елементи системи реалізовані з використанням розвиненої лінійки промислових контролерів виробництва компанії Phoenix Contact, які є в наявності в навчальному закладі, де виконувалися дисертаційні дослідження.

Програмний комплекс повністю функціональний та забезпечує адекватне відображення даних, які передаються від пристроїв збору інформації. Підібрані оптимальні компоненти для збору даних з низьким рівнем енергоспоживання та високими технічними характеристиками. Наведено результати кодування параметрів завантаження судна та фрагмент файлу в якому описані зони завантаження судна в закодованому вигляді.

У додатках наведено акти впровадження результатів дисертаційної роботи, перелік публікацій за темою дисертації.

Зміст автореферату відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває внесок здобувача в наукові результати та практичну цінність роботи.

### **По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:**

1. В дисертації не розглядаються питання щодо чисельного порівняння показників роботи існуючих систем та розробленої, що не дає можливості перевірити доцільність її розробки.
2. В дисертаційній роботі відсутній опис розробленого програмного

забезпечення, що використовувалося на розроблених макетних зразках та лістинги розроблених програм.

3. В дисертаційній роботі занадто багато абревіатури, що ускладнює сприйняття інформації, також мають місце стилістичні та орфографічні помилки.

4. В дисертаційній роботі не достатньо повно демонструються переваги теоретичних розробок здобувача шляхом порівняння на конкретних прикладах запропонованих методів з відомими.

5. В роботі слід було б більш детально описати результати обчислювальних експериментів з моделями та алгоритмами, що пропонуються. А також більш детально викласти результати досліджень та описати структурні схеми розроблених програмних компонентів.

6. Недоліком роботи є відсутність патентів, оскільки істотна частина результатів дисертації могла бути запатентована.

7. Слід зауважити, що постановочна частина дисертації (розділ 1) виглядала б краще, якби більш наглядно (у вигляді діаграм та схем) були б наведені порівняльні характеристики існуючих спеціалізованих комп'ютерних систем контролю завантаження контейнеровозу. Це підвищило б ступінь обґрунтованості зроблених автором висновків щодо необхідності удосконалення існуючих та створення нових комп'ютерних систем спеціального призначення для контролю завантаження контейнеровозу.

8. Вступна частина деяких підрозділів містить загальну інформацію та деякою мірою дублює матеріал першого розділу.

9. В дисертаційній роботі при розробці моделей не розглянуто питання можливої необхідності зміни місця розташування контейнерів, що вже знаходяться на контейнеровозі.

10. В дисертаційній роботі відсутнє пояснення дій здобувача щодо переходів від UML-діаграми комп'ютерної системи контролю завантаження контейнеровозу до UML-діаграми комп'ютерної системи контролю завантаження контейнеровозу з врахуванням мобільних пристроїв моніторингу даних.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Накул Юрія Олександровича «Моделі, методи та засоби побудови комп'ютерної системи контролю завантаження контейнеровозу» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу в галузі комп'ютерних систем та компонентів – розроблення нових моделей, методів і засобів забезпечення автоматизації завантаження суден контейнеровозів. Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567 щодо кандидатських дисертацій, а здобувач Накул Юрій Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент

професор кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем Українського державного університету залізничного транспорту

доктор технічних наук, професор

М. А. Мірошник



Особистий підпис

засвідчую \_\_\_\_\_ 20 \_\_ р.

завідуючий канцелярією

УкрДУЗТ

*Мірошник М.А.*