

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.О. ректора, проректор з наукової роботи
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету

Ілля ДМИТРИЄВ
« 29 » _____ 2026 р.



ВИСНОВОК

Харківського національного автомобільно-дорожнього університету про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Бугаєвського Михайла Сергійовича на тему «Моделі та інформаційна технологія цифрових двійників у виробництві та логістиці бетону», поданої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки з галузі знань 12 – Інформаційні технології

Витяг

з протоколу засідання кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету
від 29.05.2026 р. №16

ГОЛОВУЮЧА: проф. Шаронова Н. В.

СЕКРЕТАР: ст. лаб. Трунов С. В.

ПРИСУТНІ: 13 членів кафедри: гарант освітньо-наукової програми, завідувачка кафедри КНіС, Плехова Г.А.; проф. Левтеров А.І.; проф. Куцин А.М.; проф. Гурко О.Г.; проф. Шаронова Н.В.; доц. Неронов С.М.; доц. Лебединський А.В.; доц. Шевченко В.О.; ст. викл. Козачок Л.М.; ст. викл. Карпішен Б.С.; асист. Решитько В.С.; асист. Ільге О.І.; ст. лаб. Трунов С. В.

ЗАПРОШЕНІ: проф. Петренко Ю. А (ХНАДУ); проф. Федорович О.Г. (ХАІ); доц. Узлов Д. Ю.(ХНУ ім. В.Н. Каразіна); проф. Шубін І.Ю. (ХНУРЕ); проф. Бугаєвський С.О. (декан дорожньо-будівельного факультету ХНАДУ); проф. Єфименко О. В. (декан механічного факультету ХНАДУ).

ПОРЯДОК ДЕННИЙ:

Розгляд наукових результатів дисертації аспіранта кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем Харківського національного автомобільно-дорожнього університету Бугаєвського Михайла Сергійовича на тему «Моделі та інформаційна технологія цифрових двійників у виробництві та логістиці бетону», яку він подає на здобуття наукового ступеня доктора філософії за

спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки з галузі знань 12 – Інформаційні технології.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Харківського національного автомобільно-дорожнього університету Петренко Юрій Антонович. Дисертація виконувалась на кафедрі комп'ютерних наук та інформаційних систем Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. Тема дисертації затверджена на засіданні Вченої ради механічного факультету Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (протокол № 2 від 09 жовтня 2022 року).

ВИСТУПИЛИ:

Здобувач Бугаєвський Михайло Сергійович представив презентацію за основними положеннями дисертації на тему «Моделі та інформаційна технологія цифрових двійників у виробництві та логістиці бетону», поданої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки з галузі знань 12 – Інформаційні технології. Бугаєвський Михайло Сергійович виклав основні положення своєї дисертаційної роботи, акцентуючи увагу на актуальності теми дослідження, предметі, об'єкті, задачах, науковій новизні і на отриманих у дослідженні результатах. Після закінчення презентації Бугаєвського М.С., присутні на захисті фахівці поставили йому низку питань.

Питання до дисертаційної роботи задавали: проф. Шаронова Н.В.; проф. Федорович О. Г.; проф. Левтеров А. І.; доц. Неронов С. М.; доц. Плехова Г.А.; доц. Лебединський А. В.; доц. Пронін С. В.; доц. Шевченко В.О.

Відповідаючи на питання, Бугаєвський М.С. продемонстрував розуміння проблеми, його відповіді були повними та з належними поясненнями.

Після відповідей на запитання

ВИСТУПИЛИ:

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор, професор кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Харківського національного автомобільно-дорожнього університету Петренко Юрій Антонович.

Наголосив, що дисертаційна робота Бугаєвського Михайла Сергійовича на тему «Моделі та інформаційна технологія цифрових двійників у виробництві та логістиці бетону» є завершеним, самостійним науковим дослідженням, яке вирішує актуальне науково-прикладне завдання щодо розробки моделей, методів та інформаційної технології цифрових двійників для завдань планування та управління у виробництві та логістиці бетонних заводів в умовах змінних ринкових вимог та обмежень. Отримані автором результати, зокрема методи, моделі та інформаційна технологія підтримки прийняття рішень для ефективного управління виробництвом готової бетонної суміші та плануванням її доставки до будівельних майданчиків з урахуванням факторів ризику, відзначаються високим ступенем обґрунтованості, достовірності та мають суттєве практичне значення для підвищення ефективності організації

виробництва та доставки товарного бетону. Під час роботи над дослідженням в аспірантурі Харківського національного автомобільно-дорожнього університету здобувач продемонстрував високий рівень володіння сучасним математичним апаратом, методами моделювання та здатність самостійно розв'язувати складні галузеві задачі. За обсягом, змістом, науковою і практичною цінністю представлена праця повністю відповідає вимогам Постанови Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» та освітньо-науковій програмі «Комп'ютерні науки» за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» з галузі знань 12 «Інформаційні технології». З огляду на зазначене, дисертаційна робота Бугаєвського Михайла Сергійовича беззаперечно рекомендується до розгляду та захисту в разовій спеціалізованій вченій раді, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії.

Рецензенти дисертації, які відмітили позитивні результати дослідження та висловили свою думку про дисертаційну роботу:

Кандидат технічних наук, доцент Плехова Г.А.

Наукова праця Бугаєвського М.С., присвячена розробці методів, моделей та інформаційної технології підтримки прийняття рішень для ефективного управління виробництвом готової бетонної суміші та плануванням її доставки до будівельних майданчиків з урахуванням факторів ризику, є завершеним, цілісним і глибоким науковим дослідженням, що вирішує актуальну науково практичну задачу з розробки моделей, методів та інформаційної технології цифрових двійників для завдань планування та управління у виробництві та логістиці бетонних заводів в умовах змінних ринкових вимог та обмежень. Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробленні імітаційної мультиагентної моделі аналізу процесів виробництва та логістики готових бетонних сумішей, яка інтегрує технологічні та економічні показники функціонування підприємства, а також у вдосконаленні моделей планування логістичних операцій і розвитку виробничо-розподільчої мережі. Позитивної оцінки заслуговують результати щодо застосування методів машинного навчання для предиктивної аналітики логістичних процесів та підвищення ефективності управління поставками бетону. Також відзначено високий рівень теоретичного опрацювання проблематики цифрових двійників виробничих систем, коректність використаних методів дослідження, достатній рівень апробації отриманих результатів та їх практичну спрямованість. Результати роботи мають важливе значення для підприємств будівельної галузі, оскільки дозволяють підвищити продуктивність виробництва, зменшити логістичні витрати, скоротити простой транспортних засобів та покращити якість управлінських рішень.

Практична цінність дослідження підтверджується розробкою комплексу моделей та методів реалізованих у вигляді інформаційної технології цифрового двійнику для планування та управління виробництвом й логістикою бетонних підприємств, що дозволяє прогнозувати тривалість та режими робіт під час виконання виробничих операцій на бетонних заводах та доставки продукції

споживачам і, таким чином, корисно впливати на прийняття рішень, прогнозування ходу робіт та ефективного управління процесами виробництва та логістики, з метою підвищення продуктивності, скорочення простоїв та зниження витрат. Сформовані рішення можуть бути корисним інструментом, який допоможе менеджерам, диспетчерам та інженерам бетонних заводів спланувати свою діяльність в умовах реалізації проєктів розвитку. Результати дисертаційної роботи пройшли широку міжнародну апробацію і впроваджені в реальний сектор економіки профільних підприємствах, серед яких ТОВ «Еталон» (м. Харків), Autostrada (м. Вінниця), а також інтегровані в освітній процес та наукову діяльність Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

Зважаючи на вищевикладене, дисертаційне дослідження за своїм науковим рівнем, методологічною обґрунтованістю, обсягом публікацій та підтвердженим практичним ефектом повністю відповідає високим вимогам, що висуваються до робіт такого рівня, а його автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Кандидат технічних наук, доцент Плуґіна Т.В.

Підтвердив актуальність та високу якість дисертаційної роботи. Дисертаційна робота Бугаєвського Михайла Сергійовича на тему «Моделі та інформаційна технологія цифрових двійників у виробництві та логістиці бетону» присвячена вирішенню актуального науково-прикладного завдання підвищення ефективності планування та управління виробничо-логістичними процесами бетонних підприємств в умовах цифрової трансформації та зростання потреб будівельної галузі України. Актуальність дослідження обумовлена необхідністю впровадження сучасних інформаційних технологій, здатних забезпечити підвищення продуктивності виробництва, оптимізацію логістичних процесів та підтримку прийняття управлінських рішень на основі аналізу даних у режимі реального часу.

Наукова новизна роботи полягає у розробці комплексного підходу до створення цифрових двійників виробничо-логістичних систем бетонних підприємств. Автором вперше запропоновано імітаційну мультиагентну модель аналізу процесів виробництва та логістики готових бетонних сумішей, яка інтегрує технологічні та економічні показники функціонування підприємства та дозволяє оцінювати ефективність його роботи за різних сценаріїв розвитку. Важливим науковим результатом є також удосконалення моделей планування логістичних операцій та оптимізації виробничо-розподільчої мережі, а також розвиток підходів до застосування методів машинного навчання для предиктивної аналітики логістичних процесів.

Методологічна база дослідження характеризується комплексним використанням методів системного аналізу, імітаційного моделювання, оптимізації, теорії прийняття рішень та машинного навчання. Запропоновані автором моделі є логічно узгодженими, математично обґрунтованими та підтверджені результатами експериментальних досліджень. Отримані результати свідчать про достатній рівень достовірності та практичної придатності розроблених рішень для використання в реальних виробничих

умовах.

Практична цінність дисертаційної роботи полягає у створенні інформаційної технології цифрового двійника для планування та управління виробництвом і логістикою бетонних підприємств. Запропоновані рішення дозволяють прогнозувати виробничі та транспортні процеси, своєчасно виявляти вузькі місця у функціонуванні системи, зменшувати прості обладнання і транспорту, підвищувати ефективність використання ресурсів та якість управлінських рішень. Практична значущість результатів підтверджується їх впровадженням на профільних підприємствах будівельної галузі та використанням у науковій й освітній діяльності Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

За рівнем наукової новизни, теоретичної обґрунтованості, практичної значущості та ступенем вирішення поставлених завдань дисертаційна робота Бугаєвського Михайла Сергійовича відповідає встановленим вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

При обговоренні дисертаційної роботи виступили:

Доктор технічних наук, професор Шаронова Н.В.

Здобувач відомий своєю активною науковою діяльністю ще з періоду навчання в магістратурі та аспірантурі, як відповідальний виконавець науково-дослідних робіт і автор наукових публікацій з питань застосування сучасних інформаційних технологій, цифрових двійників та методів штучного інтелекту в управлінні складними виробничо-логістичними системами. Позитивно оцінюється і представлена дисертаційна робота, в якій усі наукові положення сформульовані чітко, логічно обґрунтовані та підтвержені результатами теоретичних і експериментальних досліджень.

Під час наукової дискусії було детально розглянуто запропоновану автором концепцію цифрового двійника виробничо-логістичної системи бетонного заводу, а також розроблені моделі планування, оптимізації та імітаційного моделювання процесів виробництва і доставки бетонних сумішей. Особливу увагу привертає створена мультиагентна імітаційна модель, що дозволяє аналізувати взаємодію виробничих та транспортних процесів, прогнозувати ефективність функціонування підприємства та оцінювати наслідки управлінських рішень в умовах невизначеності.

Дослідження підтверджує доцільність використання методів машинного навчання для предиктивної аналітики логістичних процесів та підтримки прийняття рішень у виробничих системах. Запропоновані підходи мають належний рівень наукової обґрунтованості та можуть бути використані для підвищення ефективності роботи бетонних підприємств, особливо в умовах зростання попиту на будівельні матеріали та необхідності цифрової трансформації галузі.

Для покращення доповіді доцільно врахувати декілька рекомендацій. По-перше, під час презентації результатів дослідження варто більш детально висвітлити економічний ефект від впровадження розробленої інформаційної технології на конкретних підприємствах. По-друге, бажано навести додаткові

кількісні показники щодо впливу запропонованих моделей на скорочення логістичних витрат, підвищення продуктивності та зменшення простоїв виробничих ресурсів.

Загалом представлена дисертація є якісною, завершеною науковою працею, що містить нові науково обґрунтовані результати, які мають істотне теоретичне та практичне значення для розвитку інформаційних технологій підтримки прийняття рішень у виробництві та логістиці. Робота повністю відповідає вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки», заслуговує на позитивну оцінку, а її автор — на присудження відповідного наукового ступеня.

Кандидат технічних наук, професор Левтеров А. І.

Представлена дисертаційна робота Бугаєвського Михайла Сергійовича характеризується високим рівнем наукової обґрунтованості, логічною завершеністю та актуальністю поставлених завдань. Дослідження присвячене розробці моделей та інформаційної технології цифрових двійників у виробництві та логістиці бетону, що є важливим напрямом розвитку сучасних інформаційних технологій для управління складними виробничо-логістичними системами. Отримані результати мають належний рівень наукової новизни, а використаний математичний апарат, методи імітаційного моделювання, оптимізації та машинного навчання забезпечують достовірність сформульованих висновків.

Особливої уваги заслуговує комплексний підхід автора до побудови цифрового двійника бетонного підприємства, який поєднує моделі виробництва, логістики, предиктивної аналітики та підтримки прийняття рішень. Запропоновані наукові положення характеризуються внутрішньою узгодженістю, а результати дослідження мають не лише теоретичне, а й вагомим практичне значення, що підтверджується їх впровадженням у діяльність профільних підприємств та використанням у науково-освітньому процесі.

Крім того, здобувач продемонстрував високий рівень наукової підготовки, здатність до самостійного проведення досліджень, аналізу складних виробничих систем та розробки інноваційних інформаційних технологій. Представлені в дисертації результати свідчать про сформованість здобувача як науковця, здатного вирішувати актуальні науково-прикладні завдання у сфері комп'ютерних наук та цифрової трансформації виробничих процесів.

У підсумку дисертаційне дослідження оцінюється як цілком завершена, самостійно виконана наукова праця, що відповідає вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Робота заслуговує на позитивну оцінку та одностайну підтримку, а її автор — на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Доктор технічних наук, професор Федорович О. Г.

Представлене дисертаційне дослідження Бугаєвського Михайла Сергійовича є актуальним та своєчасним, що обумовлено необхідністю цифрової трансформації виробничих підприємств будівельної галузі, впровадження сучасних методів моделювання та підтримки прийняття рішень у виробництві та логістиці бетону. В умовах зростання вимог до ефективності використання ресурсів, скорочення витрат і підвищення продуктивності

особливого значення набуває застосування технологій цифрових двійників, що й визначає актуальність виконаного дослідження.

Матеріали дисертаційної роботи виконані на високому науковому рівні та повною мірою відповідають вимогам, що висуваються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії. Автором коректно використано сучасний математичний апарат, методи системного аналізу, імітаційного моделювання, оптимізації та машинного навчання. Під час наукової дискусії здобувач продемонстрував глибоке розуміння предметної області, впевнене володіння методологією досліджень у сфері комп'ютерних наук, а також здатність аргументовано обґрунтовувати отримані результати та сформульовані висновки.

Разом із тим, як побажання до подальшого розвитку досліджень, здобувачу доцільно приділити більше уваги питанням масштабування розробленої інформаційної технології на мережі підприємств різної потужності та детальніше висвітлити механізми інтеграції цифрового двійника з корпоративними інформаційними системами управління. Крім того, перспективним напрямом подальших досліджень може бути розширення використання методів штучного інтелекту для автоматизованого формування управлінських рішень у режимі реального часу.

У підсумку здобувач продемонстрував себе як сформований науковець і висококваліфікований фахівець, який володіє сучасними методами комп'ютерного моделювання, аналізу даних та розробки інформаційних технологій. Робота характеризується науковою новизною, практичною значущістю та завершеністю, заслуговує на позитивну оцінку і всебічну підтримку, а її автор — на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

Доктор філософії, доцент Лебединський А. В.

Ознайомлення з матеріалами дисертаційної роботи Бугаєвського Михайла Сергійовича дозволяє стверджувати, що дослідження виконане на високому науковому рівні та ґрунтується на сучасних підходах до моделювання, аналізу даних і побудови цифрових двійників виробничо-логістичних систем. Робота має чітку структуру, внутрішню логіку викладу та послідовність вирішення поставлених завдань, а кожний етап дослідження органічно впливає з попереднього і спрямований на досягнення визначеної мети.

Отримані результати свідчать про високий рівень підготовки здобувача та його здатність самостійно вирішувати складні науково-прикладні завдання у сфері комп'ютерних наук. Особливої уваги заслуговує комплексність підходу до розробки інформаційної технології цифрового двійника виробництва та логістики бетону, що поєднує методи імітаційного моделювання, оптимізації, машинного навчання та підтримки прийняття рішень. Слід відзначити також вагомий внесок наукового керівника у формування наукової школи дослідження та забезпечення належного методологічного супроводу роботи. Результатом такої співпраці стала якісна наукова праця, що характеризується цілісністю, обґрунтованістю та практичною спрямованістю.

Важливою перевагою дисертації є поєднання фундаментальних наукових результатів із практичними аспектами їх застосування. Запропоновані моделі та

інформаційні рішення орієнтовані на підвищення ефективності виробничо-логістичних процесів бетонних підприємств, що підтверджує їх прикладну значущість та перспективність подальшого використання в реальному секторі економіки.

Загальний висновок є безумовно позитивним. Дисертаційна робота відзначається методологічною цілісністю, науковою новизною, практичною цінністю та завершеністю. Вона повністю відповідає вимогам, що висувуються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, а її автор заслуговує на всебічну підтримку, успішний захист та присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки».

УХВАЛИЛИ:

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Бугаєвського Михайла Сергійовича на тему «Моделі та інформаційна технологія цифрових двійників у виробництві та логістиці бетону», поданої на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки з галузі знань 12 – Інформаційні технології Обґрунтування вибору теми дослідження.

Постачальники готових бетонних сумішей є одними з значущих учасників у будівельному проєкті, а логістика представляє значні виклики у промисловості готового бетону. Відновлення знищеного житлового фонду, відбудова пошкодженої інфраструктури та промислових будівель, відновлення робіт на всіх будівельних майданчиках країни призведе до різкого зростання попиту на бетон, що вочевидь буде перевищувати існуючі виробничі потужності. В особливий період найбільшими драйверами попиту для бетону є інфраструктурне будівництво, зведення фортифікаційних та різноманітних військових захисних споруд, а також роботи з відбудови постраждалих від війни регіонів. Післявоєнний стан будівельної галузі в Україні буде характеризуватись збільшенням попиту на будівельні матеріали, динамічним розвитком та залученням інвестицій, що дозволить галузі розширювати виробничі потужності але для відновлення доріг, будівель, підприємств, мостів та інших об'єктів потрібний відповідний рівень внутрішніх спроможностей України щодо виробництва бетону, який суттєво перевищує довоєнні потреби. Згідно дослідження, що проведено за ініціативою Європейської Бізнес Асоціації на середину травня 2024 року військових руйнувань зазнали 93,7 млн кв. м. житлових будівель, 25,8 тис. км. доріг, мости протяжністю 87,5 тис. м., державні та приватні підприємства площею в близько 38 млн кв. м.

Це робить все більшою актуальність та важливість потреби в підтримці розвитку внутрішнього потенціалу України щодо виготовлення будівельних матеріалів. Тому, одним з ключових пріоритетів українських бетонних заводів

вже сьогодні має стати реалізація стратегії та відповідних проєктів розвитку, що спрямовані на підвищення продуктивності без втрати якості. Для того, щоб вирішити ці задачі та керувати своїми виробничими операціями з більшою реакцією на ризики є перехід на використання технологій цифрових двійників, промислового Інтернету речей та цифрового моделювання.

Таким чином, актуальним науково-прикладним завданням є розробка моделей, методів та інформаційної технології цифрових двійників для завдань планування та управління у виробництві та логістики бетонних заводів в умовах змінних ринкових вимог та обмежень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, науково-дослідними планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до пріоритетних напрямів цифрової трансформації економіки України, розвитку інформаційних технологій та впровадження концепцій Industry 4.0 і Industry 5.0 у виробничих системах. Тематика дослідження узгоджується із положеннями Стратегії цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації державного управління України, Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні, а також завданнями цифровізації промисловості та логістики, спрямованими на підвищення ефективності функціонування виробничих підприємств шляхом використання технологій цифрових двійників, аналізу даних та інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень.

Дослідження виконувалося відповідно до наукового напрямку кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, пов'язаного з розробкою моделей, методів та інформаційних технологій цифрової трансформації виробничих і логістичних систем, застосуванням методів штучного інтелекту, машинного навчання, імітаційного моделювання та цифрових двійників для підтримки управлінських рішень у складних організаційно-технічних системах.

Основні результати дисертаційної роботи отримано в межах виконання науково-дослідних робіт кафедри, спрямованих на створення інтелектуальних інформаційних технологій для цифровізації виробничих процесів, управління логістичними системами та розвитку кіберфізичних виробничих середовищ. У межах зазначених досліджень автором виконано розробку моделей цифрового двійника виробничо-логістичної системи бетонного підприємства, моделей планування та оптимізації логістичних процесів, а також методів машинного навчання для аналізу ефективності функціонування виробничих систем.

Одержані результати були використані під час виконання науково-дослідних і прикладних робіт, пов'язаних із цифровізацією виробничих процесів підприємств будівельної галузі, моделюванням логістичних систем та впровадженням сучасних інформаційних технологій підтримки прийняття рішень. Результати дисертаційної роботи пройшли широку міжнародну апробацію і впроваджені в реальний сектор економіки на профільних підприємствах, серед яких ТОВ «Еталон» (м. Харків), Autostrada (м. Вінниця), а також інтегровані в освітній процес та наукову діяльність Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

Мета і задачі дослідження.

Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності планування та управління виробництвом та доставкою бетону в умовах динаміки ринкових вимог, масштабної логістики, обмежень та розвитку виробничої системи.

Для досягнення поставленої мети розв'язуються наступні **задачі**:

1) аналіз стану, проблем та методів управління та розвитку бетонних

виробництв при впровадженні цифрових технологій у мирний час та в особливих умовах;

2) формування системного логістичного подання процесів управління підприємствами з виробництва та розподілення готового бетону;

3) розробка моделі планування та оптимізації в логістичному ланцюгу постачання готового бетону;

4) розробка моделі оптимізації інфраструктури виробничої та розподільчої мережі;

5) розробка моделей машинного навчання для аналізу ефективності логістики готового бетону в реальному часі;

6) розробка імітаційної моделі аналізу процесів виробництва та логістики готового бетону;

7) розробка інформаційної технології планування та управління виробництвом та логістикою бетонних підприємств;

8) проведення експериментів та впровадження результатів дослідження в практику управління асфальтобетонних підприємств.

Об'єкт дослідження.

Процеси планування та управління виробництвом та логістикою бетонних заводів.

Предмет дослідження.

Моделі, методи та інформаційна технологія планування та управління виробництвом та логістикою бетонних заводів при впровадженні цифрових технологій у мирний час та в особливих умовах.

Методи дослідження.

Базуються на використанні: системного аналізу для дослідження процесів логістичного управління бетонних підприємств, методів оптимізації, агентного імітаційного моделювання, методи штучного інтелекту та машинного навчання.

Наукова новизна отриманих результатів.

1. Вперше розроблено імітаційну модель аналізу процесів виробництва та логістики готових бетонних сумішей, яка на відміну від існуючих інтегрує технологічні та економічні показники у динамічну мультиагентну модель з урахуванням оптимізаційних механізмів, що дозволяє проводити оцінювання раціональності та ефективності організації виробництва та доставки товарного бетону, визначення вузьких місць виробничих та логістичних процесів, прогнозувати показники діяльності бетонних заводів, з урахуванням динаміки ринкових умов та розвитку інфраструктури виробничої й розподільчої мережі.

2. Удосконалено модель планування та оптимізації в логістичному ланцюгу дала змогу врахувати фактори попиту, маршрутів доставки, часових обмежень і виробничих потужностей, що підвищило обґрунтованість управлінських рішень та дозволяє досить повно врахувати можливі варіанти переміщення транспортних засобів у логістиці бетону.

3. Удосконалено модель оптимізації інфраструктури виробничо розподільчої мережі, що надало можливість виявити конфігурації, які забезпечують найкраще співвідношення між витратами на експлуатацію, транспортом і прибутковістю при змінних сценаріях роботи системи та реалізації проектів модернізації та розвитку.

4. Дістали подальшого розвитку моделі машинного навчання для аналізу ефективності логістики готового бетону в реальному часі, що засновані на ансамблевих методах машинного навчання, які на відміну від існуючих враховують параметри системи управління замовленнями, IoT платформи автобетонозмішувачів та система маршрутизації, що дозволяє підвищити ефективність предиктивної аналітики логістики готового бетону.

Практичне значення результатів дослідження.

Розроблений комплекс моделей та методів реалізований у вигляді інформаційної технології цифрового двійника для планування та управління виробництвом й логістикою бетонних підприємств, що дозволяє прогнозувати тривалість та режими робіт під час виконання виробничих операцій на бетонних заводах та доставки продукції споживачам і, таким чином, корисно впливати на прийняття рішень, прогнозування ходу робіт та ефективного управління процесами виробництва та логістики, з метою підвищення продуктивності, скорочення простоїв та зниження витрат. Сформовані рішення можуть бути корисним інструментом, який допоможе менеджерам, диспетчерам та інженерам бетонних заводів спланувати свою діяльність в умовах реалізації проєктів розвитку.

Практична значущість проведеного дослідження підтверджена актами впровадження результатів у діяльність підприємств ТОВ «Еталон» (м. Харків), Autostrada (м. Вінниця), а також інтеграцією в освітній процес та наукову діяльність Харківського національного автомобільно-дорожнього університету.

Особистий внесок здобувача.

Всі основні наукові положення, результати, висновки та рекомендації дисертаційної роботи отримані автором самостійно та опубліковано у роботах [1-6]. Особистий внесок здобувача у роботах, опублікованих у співавторстві, полягає у наступному: аналітичному описі проблематики особливостей створення цифрових двійників у виробництві та логістиці бетонних заводів, а також розробці імітаційної моделі аналізу процесів виробництва та логістики готових бетонних сумішей [1, 4, 5]; створенню комплексу оптимізаційних та імітаційних моделей виробництва та доставки готового бетону у мережі заводів-виробників та будівельних майданчиків для прийняття ефективних рішень [2]; Запропонованій багаторівневій моделі планування логістики бетону, що враховує як виробничі, так і розподільчі процеси для узгодження планів постачання зі стратегіями розвитку підприємства [3, 6].

Особистий внесок співавторів в опубліковані наукові праці.

Особистий внесок Петренка Ю.А. у роботах [1–6] полягає у формуванні наукової концепції застосування цифрових двійників у виробництві та логістиці бетону, постановці завдань дослідження, науковому консультуванні щодо побудови багаторівневої моделі планування логістики бетону та розробки імітаційних моделей виробничо-логістичних процесів, а також в аналізі та узагальненні отриманих результатів.

Обґрунтованість та достовірність

Обґрунтованість та достовірність висунутих у дисертації положень, висновків і практичних рекомендацій базуються на комплексному використанні сучасного методологічного апарату, зокрема системного аналізу, теорії

ймовірності, методів математичного та імітаційного моделювання. Достовірність результатів гарантується проведенням експериментальних досліджень із застосуванням авторського комплексу інструментів. Об'єктивність висновків підтверджена апробацією ключових результатів на науково-практичних конференціях, публікаціями у фахових виданнях та успішною верифікацією адекватності моделей у процесі імітації реальних умов експлуатації логістичних систем.

Апробація результатів дисертації.

Основні положення, ідеї, висновки дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на:

- Radioelectronic and Computer Systems, 2024, vol. 2024, no. 3. pp 190-204. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2024.3.13>. (Scopus, Q2)

- Radioelectronic and Computer Systems, 2025(2), <https://doi.org/10.32620/reks.2025.2.17>. (Scopus, Q2)

- Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами : зб. наук. пр. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio, program and project management : coll. of sci. papers. Харків : НТУ "ХПІ", 2025. № 1 (10). С. 10-17. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2025.10.2> (Категорія Б)

- Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. № 109 (2025). С. 48-55. DOI: <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2025.109.0.48>. (Категорія Б)

- Управління проектами у розвитку суспільства : тези доп. XXII Міжнар. конф., 23 трав. 2025 р., Київ / Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. Київ, 2025. С. 233–237.

- Integrated strategic management, portfolio, program, and project management : abstr. of the 15th Intern. Sci. and Practical Conf., February 11-12, 2025 / org. com.: Yevgen I. 5 Sokol, Yuriy Ya. Bobalo, Gulchohra Huseyn gizi Mammadova, Sergey D. Bushuyev ; ed. Kononenko I. V. ; National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" [et al.]. Kharkiv : NTU "KhPI", 2025. P. 22-23.

Публікації.

Основний зміст дисертаційного дослідження відображено у 6 наукових роботах. Серед них: 2 публікації у закордонних виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus; 2 статті опубліковано у фахових виданнях, що входять до переліку МОН України; 2 тез доповідей оприлюднено у збірниках матеріалів наукових конференцій.

Основні наукові результати дисертації опубліковано у роботах:

1. Buhaievskiy, M., & Petrenko, Y. Simulation of production and logistics for concrete plants. Radioelectronic and Computer Systems, 2024, vol. 2024, no. 3. pp 190-204. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2024.3.13> (Scopus, Q2)

2. Buhaievskiy, M., & Petrenko, Y. (2025). Planning and optimization models in ready-made concrete production and logistics. Radioelectronic and Computer Systems, 2025(2), <https://doi.org/10.32620/reks.2025.2.17> (Scopus, Q2)

3. 264–279. DOI: Бугаєвський М.С. Багаторівневе планування й

управління у розвитку виробництва та ланцюжках поставок бетону / М.С. Бугаєвський, Ю.А. Петренко // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами : зб. наук. пр. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio, program and project management : coll. of sci. papers. Харків : НТУ "ХПІ", 2025. № 1 (10). С. 10-17. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2025.10.2> (Категорія Б)

4. Бугаєвський М.С. Моделі машинного навчання для аналізу ефективності виробництва та логістики готового бетону / М.С. Бугаєвський, Ю.А. Петренко // Вісник ХНАДУ. № 109 (2025). С. 48-55. DOI: <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2025.109.0.48> (Категорія Б)

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Buhaievskiy, M., & Petrenko, Y. Simulation of production and logistics for concrete plants. Radioelectronic and Computer Systems, 2024, vol. 2024, no. 3. pp 190-204. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2024.3.13> (Scopus, Q2)

2. Buhaievskiy, M., & Petrenko, Y. (2025). Planning and optimization models in ready-made concrete production and logistics. Radioelectronic and Computer Systems, 2025(2), <https://doi.org/10.32620/reks.2025.2.17> (Scopus, Q2)

3. 264–279. DOI: Бугаєвський М.С. Багаторівневе планування й управління у розвитку виробництва та ланцюжках поставок бетону / М. С. Бугаєвський, Ю. А. Петренко // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами : зб. наук. пр. Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Strategic management, portfolio, program and project management : coll. of sci. papers. – Харків : НТУ "ХПІ", 2025. № 1 (10). С. 10-17. DOI: <https://doi.org/10.20998/2413-3000.2025.10.2> (Категорія Б)

4. Бугаєвський М.С. Моделі машинного навчання для аналізу ефективності виробництва та логістики готового бетону / М.С. Бугаєвський, Ю.А. Петренко // Вісник Харківського національного автомобільно дорожнього університету. № 109 (2025). С. 48-55. DOI: <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2025.109.0.48> (Категорія Б)

5. Петренко Ю.А. Методи машинного навчання для цифрових двійників виробництва та логістики бетонних заводів у проектах післявоєнного відновлення України / Ю.А. Петренко, М.С. Бугаєвський // Управління проектами у розвитку суспільства : тези доп. XXII Міжнар. конф., 23 трав. 2025 р., Київ / Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. Київ, 2025. С. 233–237.

6. Buhaievskiy M. Planning and management of the order portfolio and development projects of concrete plants / M. Buhaievskiy, Y. Petrenko // Integrated strategic management, portfolio, program, and project management : abstr. of the 15th Intern. Sci. and Practical Conf., February 11-12, 2025 / org. com.: Yevgen I. 5 Sokol, Yuriy Ya. Bobalo, Gulchohra Huseyn gizi Mammadova, Sergey D. Bushuyev ; ed. Kononenko I. V. ; National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" [et al.]. Kharkiv : NTU "KhPI", 2025. P. 22-23.

Структура та обсяг дисертації

Дисертація складається з анотації, змісту, переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновку, списку використаних джерел та додатків.

Повний обсяг роботи становить 187 сторінок друкованого тексту, з них анотація – на 9 стор., зміст – на 3 стор., перелік умовних скорочень – на 1 стор., основний текст – на 146 стор., список із 150 використаних джерел – на 20 стор., додатки – на 3 стор. Дисертація містить 62 рисунки, та 26 таблиць.

Характеристика особистості здобувача.

Під час навчання в аспірантурі та роботи над дисертацією Бугаєвський М. С. показав себе як здобувач, здатний відповідально виконувати власні обов'язки та якісно вирішувати навчальні та наукові задачі, про що свідчить успішне виконання індивідуального навчального плану за спеціальністю.

Оцінка мови та стилю дисертації.

Дисертаційна робота виконана фаховою українською мовою, текст дисертації відповідає стилю науково дослідної літератури.

У результаті попередньої експертизи дисертації Бугаєвського Михайла Сергійовича і повноти публікації основних результатів дослідження ухвалено наступне:

УХВАЛЕНО

Затвердити висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Бугаєвського Михайла Сергійовича на тему «Моделі та інформаційна технологія цифрових двійників у виробництві та логістиці бетону».

Вважати, що за актуальністю, обґрунтованістю, науковою новизною та практичною значущістю отриманих результатів дисертація Бугаєвського М.С. відповідає спеціальності 122 – Комп'ютерні науки з галузі знань 12 – Інформаційні технології та вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261 зі змінами, п.п. 6, 7, 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 зі змінами.

Рекомендувати дисертацію Бугаєвського М.С. на тему «Моделі та інформаційна технологія цифрових двійників у виробництві та логістиці бетону» до захисту на здобуття ступеня доктора філософії у разовій спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 122 – Комп'ютерні науки з галузі знань 12 – Інформаційні технології.

Рекомендувати Вченій раді затвердити наступний **склад разової спеціалізованої вченої ради:**

Голова ради – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (м. Харків) – фахівець в галузі інформаційних технологій **Гурко Олександр Геннадійович;**

Рецензенти:

Кандидатка технічних наук, доцентка, завідувачка кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (м. Харків) – фахівець в галузі інформаційних

технологій **Плехова Ганна Анатоліївна;**

Кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (м. Харків) – фахівець в галузі інформаційних технологій **Плугіна Тетяна Володимирівна;**

Офіційні Опоненти:

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (м. Харків), лауреат Державної премії України в галузі науки та техніки – фахівець в галузі інформаційних технологій **Федорович Олег Євгенович;**

Кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри програмної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки (м. Харків) – фахівець в галузі інформаційних технологій **Шубін Ігор Юрійович;**

Результати голосування щодо рекомендації до захисту дисертації Бугасєвського Михайла Сергійовича:



«За» – 13

«Проти» – немає

«Утримались» – немає

Гарант О.П., зав. кафедри КНІС

Секретар кафедри

 _____ Плехова Г.А.
 _____ Трунов С.В.