

## **ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

д.т.н., професора Шумакова І.В. по дисертаційній роботі докторанта Київського національного університету будівництва і архітектури Дружиніна Максима Андрійовича «Система функціонально-цифрового супроводу організації збірного будівництва», поданої до спеціалізованої вченої ради Д26.056.03 на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва

### **Оцінка офіційним опонентом рівня актуальності теми дисертаційної роботи, обґрунтованості предмета дослідження.**

На даний час в Україні відбувся майже повний відхід від використання збірних технологій. Період простою у виробництві збірного залізобетону також призвів до згортання науково-дослідних робіт у цій сфері. Це спричинило суттєве відставання в розвитку відповідного сегмента виробництва будівельних матеріалів. Безпосереднє повернення до занедбаних технологій може виявитися неможливим через значні витрати, пов'язані з відновленням досліджень і впровадженням прототипів систем у виробництво. Доцільним виглядає врахування досвіду країн, які безперервно вдосконалювали ці технології, особливо з огляду на їхнє широке застосування в секторі доступного житла.

Актуальність теми дисертаційної роботи зумовлена нагальною потребою підвищити ефективність організації збірного будівництва шляхом впровадження сучасних цифрових технологій. Відзначено потребу принципового оновлення підходів, що забезпечується розробленими автором методичними засадами використання цифрових моделей для оптимізації ланцюга постачання у девелоперських проєктах збірного будівництва (ПЗБ). Запропонована система функціонально-цифрового супроводу дозволяє вдосконалити управління постачанням і ресурсами, а також підвищити продуктивність будівельних процесів. Особлива актуальність дослідження проявляється в контексті відновлення України, де збірне будівництво виступає важливою формою швидкого забезпечення житлом і відновлення інфраструктури. Формулювання нових принципів функціонально-цифрового супроводу будівельних проєктів дозволяє адаптувати процеси девелопменту до сучасних вимог, зменшуючи ризики та невизначеність у сфері постачання й будівництва.

Необхідність удосконалення циклу девелоперського проєкту збірного будівництва обґрунтована потребою інтеграції цифрових технологій на всіх етапах реалізації. Це включає формування методичних засад цифрового моделювання, що забезпечують ефективне управління логістикою, ресурсами та координацією між учасниками проєкту. Модернізація підходів до управління в умовах цифровізації дозволяє зменшити строки реалізації проєктів, мінімізувати ризики, покращити контроль витрат та підвищити логістичну ефективність. Упровадження таких інструментів є критично

важливим для досягнення стійкої ефективності будівельних проєктів. Цільове використання цифрових технологій надає змогу гнучко реагувати на зміни зовнішнього середовища, що підкреслює значущість обраної теми для будівельної практики.

**Відповідність паспорту спеціальності.** Зміст дисертаційної роботи М.А. Дружиніна відповідає паспорту спеціальності 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва за кількома ключовими позиціями, зокрема: пункт 2 – «Організаційно-технологічне проєктування будівельного виробництва, моделі, методи та рішення»; пункт 3 – «Організаційні структури, форми й методи управління підприємствами будівельного комплексу та його матеріально-технічної бази»; пункт 4 – «Наукові та методичні основи проєктування організації будівельного виробництва з використанням сучасного інформаційного забезпечення та обчислювальної техніки»; пункт 5 – «Розроблення наукових і теоретичних основ автоматизації будівельних процесів».

**Оцінка відповідності змісту результатів роботи цільовій спрямованості науково-дослідних робіт, планів і тем.**

Дисертаційна робота тісно пов'язана з пріоритетними напрямками цифровізації будівельної галузі, відображеними в законодавстві та державних програмах. Зокрема, результати дослідження відповідають положенням законів України «Про стимулювання розвитку цифрової економіки» (№1667-IX) та «Про реформування сфери містобудівної діяльності» (№2254-IX), а також Постанові Кабінету Міністрів України №595 про створення міжгалузевої ради з цифровізації та «Дорожній карті впровадження BIM» (від 29.11.2019).

Авторські наукові напрацювання використовувалися в межах кількох науково-дослідних проєктів у КНУБА: у темі «Розбудова сучасного аналітичного інструментарію девелоперського управління підрядним будівництвом» (№0115U000860) розроблено прикладну систему для оцінки ефективності постачання в ПЗБ з використанням цифрових інструментів та Fuzzy Logic. У дослідженні «Розвиток управлінської взаємодії інституційних учасників девелоперських проєктів» (№0121U111793) обґрунтовано доцільність упровадження BIM-моделювання. У межах теми «Вдосконалення аналітичного апарату обґрунтування формату девелопменту для проєктів будівництва» (№W4-14-b, Академія будівництва України) реалізовано методику цифрового адміністрування партнерських відносин у будівництві на основі мережевого аналізу. Отримані результати можуть бути впроваджені не лише у практику будівництва, але й у навчальні програми будівельних вишів. Зокрема, методи Fuzzy Logic, цифрового моделювання та управління ланцюгами постачання можуть лягти в основу спеціалізованих курсів для підготовки бакалаврів і магістрів за спеціальністю G19 Будівництво та цивільна інженерія. Це сприятиме формуванню нової генерації фахівців, готових до роботи в умовах цифрової трансформації галузі.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових результатів та висновків дослідження.** Обґрунтованість результатів дисертації забезпечена науковою гіпотезою, методологічним підґрунтям і застосуванням інноваційних аналітичних інструментів. Наукова гіпотеза теми дисертації полягає в тому, що інтеграція сучасних цифрових технологій, зокрема BIM-моделювання, алгоритмів кластеризації та соціального аналізу мереж, у процес організації та управління постачанням у проєктах збірного будівництва дозволяє значно підвищити ефективність, адаптивність і стійкість цього процесу. Ця інтеграція сприяє оптимізації всіх етапів життєвого циклу об'єкта, від проєктування до експлуатації, а також забезпечує більш швидке та економічно ефективне відновлення інфраструктури в умовах післявоєнного відновлення. Теоретико-методичний базис поєднує будівельний девелопмент, BIM-моделювання, соціальний аналіз мереж і алгоритми кластеризації, що створює цифрове середовище для ефективного управління збірним будівництвом і постачанням. Використання BIM-технологій як основи цифрової трансформації проєктів «збірне будівництво» є ключовим фактором. Синергія методичних підходів забезпечує врахування інтересів стейкхолдерів, а результати підтверджуються практичним застосуванням і чисельними розрахунками.

**Оцінка наукової новизни отриманих результатів дисертаційної роботи.** До провідних результатів, які визначають інноваційний характер цієї роботи слід визнати наступні:

- Виконано аналіз сучасного стану будівельної галузі в умовах повномасштабного вторгнення та необхідності післявоєнного відновлення. Доведено актуальність застосування префабрикації як технологічної основи для реалізації девелоперських проєктів житлової та соціальної інфраструктури, що потребують скорочених термінів проєктування, будівництва та введення в експлуатацію.

- Визначено концептуальні засади організації ланцюгів постачання в збірному будівництві. Запропоновано розглядати процес реалізації проєктів як єдину функціонально-інформаційну систему, яка охоплює всі етапи життєвого циклу проєкту та передбачає цифрову інтеграцію учасників постачання.

- Уточнено понятійно-категоріальний апарат дослідження. Запропоновано трактування понять «функціонально-цифровий супровід», «ланцюг постачання збірного будівництва», «цифровий слід постачання», що враховують специфіку збірних конструкцій, цифрових моделей виробів і сучасних засобів логістичного супроводу.

- Сформовано структурно-функціональну модель організації постачання в проєктах збірного будівництва. Вона включає три взаємозалежні контури управління: формування продукту постачання; забезпечення виробництва; логістичний супровід. Розроблено функціональну карту цифрового супроводу кожного контуру, що забезпечує наскрізну координацію учасників.

- Обґрунтовано вимоги до цифрового середовища організації постачання. Визначено принципи моделювання даних, методи побудови

цифрових представлень виробів та структур постачання, запропоновано концепт цифрової платформи як основи інтеграції інформаційних потоків.

- Розроблено методику синтезу цифрових структур постачання на основі ієрархічно-просторового представлення. Запропоновано поняття «дерево постачання» та метод формування постачального дерева на основі специфікацій виробів, BIM-моделей і маршрутної карти проєкту.

- Запропоновано підхід до оцінювання логістичної доцільності використання цифрових сценаріїв постачання. Розроблено систему логістичних показників (часові, вартісні, просторові), які дозволяють ранжувати альтернативні варіанти постачання та підтримують прийняття рішень на етапі планування.

- Розроблено типові цифрові сценарії логістики виробів збірного будівництва. Сценарії охоплюють варіанти централізованого та децентралізованого постачання, а також поєднані схеми з використанням логістичних хабів і тимчасових складів.

- Створено прототип цифрового інструменту для функціонально-цифрового супроводу постачання. Реалізовано інтерфейс, який забезпечує візуалізацію «дерева постачання», моделювання маршрутів логістики та моніторинг цифрового сліду виробів у процесі реалізації проєкту.

- В рамках дослідження вперше було запропоновано методико-аналітичний підхід постановки, розв’язання та адаптації багатокритеріальної оптимізації стану підсистеми постачання для ПЗБ в умовах нечіткої постановки задач. Для цього визначено нечітко-логічні критерії, серед яких: своєчасність постачання, рівень логістичної надійності всіх учасників постачання, ефективність бюджету, узгодженість підсистеми постачання з організаційно-технологічною моделлю циклу підготовки та будівництва об’єкта, а також рівень цифрової адаптованості та прозорості постачання. Кожен критерій оцінюється за нечітко-логічною шкалою від 1 до 14 балів, де 1 означає незадовільний стан, а 14 – ідеальний. Усі критерії намагаються досягти максимальних значень, а їхні пріоритети враховуються через вектор пріоритетів, що дозволяє сформулювати оптимальне рішення для покращення стану підсистеми постачання.

- Науково-прикладний інструментарій функціонально-цифрового супроводу організації постачання в проєктах збірного будівництва має значну науково-прикладну цінність, оскільки дозволяє інтегрувати всі етапи життєвого циклу ПЗБ від формування елементу-продукту до логістики та монтажу в єдину функціонально-цифрову структуру, зменшуючи розриви між виробництвом, транспортуванням і будівництвом. Запропонована трирівнева структура управління постачанням (продукт – виробництво – логістика) систематизує управлінські рішення, уникнувши дублювання функцій у великих проєктах із численними учасниками та маршрутами. Цифрова модель «дерева постачання» дозволяє детально представляти вироби, логістичні одиниці і маршрути, автоматизуючи процес формування графіків постачання та оперативного контролю. Методика цифрового супроводу забезпечує

впровадження механізмів відстеження «цифрового сліду» виробів, підвищуючи прозорість і якість управлінських рішень, а інструмент ранжування логістичних сценаріїв на основі витрат, часу та ризиків допомагає приймати обґрунтовані рішення при проектуванні логістичних схем. Розроблений прототип цифрового інтерфейсу демонструє можливості візуалізації та моніторингу логістичних процесів на основі BIM-даних, що важливо для сучасного цифрового будівництва, а можливість масштабування та адаптації інструменту до різних типів проєктів робить його корисним для широкого кола будівельних ініціатив, зокрема у сфері відновлення.

– Підтверджено практичні переваги запровадженого автором теоретико-методичного та прикладного підходів на кейсах модульного житлового будівництва. Показано ефективність запропонованих рішень у скороченні часу постачання, підвищенні керованості логістичних процесів і забезпеченні прозорості взаємодії між учасниками ланцюга постачання.

На підставі вищенаведених пунктів можна наступним чином інтегрувати основні характеристики новизни даної роботи за рубриками «вперше», «удосконалено» та «дістало подальшого розвитку».

*В даному дослідженні вперше:*

– впроваджено теоретичний концепт функціонального супроводу будівельних проєктів збірного будівництва з використанням цифрових технологій, зокрема BIM-моделювання, машинного навчання та класифікації проривних цифрових технологій;

– розроблено методичний базис для моделювання та оптимізації проєктів на основі міждисциплінарного підходу, поєднуючи девелопмент, BIM, імітаційне моделювання та аналіз ланцюгів постачання;

– створено аналітико-прикладний інструментарій для оптимізації постачання, включаючи методи мережевого аналізу та Fuzzy Logic для оцінки ефективності постачання та управління ресурсами.

*Автором в роботі було удосконалено:*

– науково-методичний підхід до використання BIM-технологій у девелоперському супроводі проєктів збірного будівництва. BIM застосовано для створення цифрової моделі, що охоплює всі етапи життєвого циклу об'єкта, інтегруючи девелоперів, архітекторів, виробників та будівельників для оптимізації логістики та оцінки ефективності;

– методичні підходи до використання нечіткої логіки в проєктах збірного будівництва для оцінки «стійкості ланки». Алгоритми кластеризації оптимізують ресурси та координатію, а машинне навчання підвищує точність рішень та автоматизує аналітичні процеси для покращення логістики і управління ризиками; застосування інструментів штучного інтелекту для автоматизації процесів управління в будівництві. Це підвищує точність планування та зменшує невизначеності, що є критично важливим для ефективного реалізації проєктів, зокрема в умовах відновлення інфраструктури;

– алгоритми машинного навчання для ідентифікації спільнот у мережі ланцюга постачання. Використовуються гібридні моделі кластеризації з

глибоким навчанням та графовим аналізом для оптимізації взаємодії постачальників, зниження логістичних ризиків та підвищення стійкості ланцюга;

- дорожню карту цифровізації будівельної галузі України, адаптовану до завдань збірного будівництва. Вона включає інтеграцію BIM, стандартизацію даних, розвиток цифрових платформ і штучний інтелект для прогнозування ризиків, а також стимулювання інвестицій у цифрову трансформацію.

*В роботі дістало подальшого розвитку:*

- організація збірного будівництва як шлях відновлення житлового фонду та інфраструктури України пропонується до вдосконалення шляхом інтеграції цифрових технологій для оптимізації управління і постачання. Це дозволяє скоротити час і витрати на будівництво та забезпечити швидке відновлення післявоєнної інфраструктури;

- поняття «функціонально-цифрового супроводу» визначено як систему управління, що поєднує організаційні методи та цифрові технології для координації етапів реалізації проєктів збірного будівництва і оптимізації постачання;

- принципи і методи інтеграції цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачання для збірного будівництва, що підвищують ефективність і оптимізують процеси забезпечення матеріалами;

- аналітичні процедури та критерії нечітко-логічної постановки та оптимізації циклу організації будівництва через впровадження цифрових моделей, що деталізують параметри проєкту відповідно до вимог зацікавлених сторін.

**Висновок опонента щодо наукової новизни дисертаційної роботи в цілому.** Наукова новизна отриманих результатів полягає в обґрунтуванні теоретико-методичних основ та інструментів функціонально-цифрового супроводу постачання в проєктах збірного будівництва. Розроблена система поєднує BIM-моделювання, метод скінченних елементів та аналітичні інструменти, включаючи моделі оцінки стійкості постачання та алгоритми кластеризації для оптимізації ланцюга постачання. Ключовою інновацією є інтеграція цифрових технологій, мережевого моделювання та нечіткої логіки для покращення адаптивності та ефективності управління. Результати дослідження мають значення для науки, оскільки створюють новий підхід до організації збірного будівництва на основі цифрових технологій, систематизуючи інноваційні методи та пропонуючи нові моделі оптимізації, що сприяє розвитку цифрової трансформації галузі в умовах сучасного будівельного девелопменту. Для цифрового опису ПЗБ впроваджено інноваційну систему оцінки продуктивності процесів та управління постачанням, що включає дві групи індикаторів. Перша група складається з 15 натуральних індикаторів, які вимірюють тривалість, час реагування, витрати на логістично-транспортний комплект та інші. Друга група містить нечітко-логічні показники, що оцінюються за шкалою надійності та бальною оцінкою (від 1 до 14). Ці показники включають узгодженість учасників щодо логістики,

надійність постачальників, обґрунтованість цін та тарифів, надійність маршрутів та забезпечення функціональних стандартів для матеріалів та виробів.

**Думка офіційного опонента про практичну цінність поданих в дисертації результатів.** Практична цінність результатів дисертації полягає в розробці інноваційної системи функціонально-цифрового супроводу, що значно підвищує ефективність управління ланцюгами постачання в збірному будівництві. Впровадження аналітичних моделей на основі Fuzzy Logic, мережевого аналізу та штучного інтелекту дозволяє прогнозувати стійкість постачання, оптимізувати розподіл ресурсів та покращувати комунікацію між учасниками проєктів. Інтеграція BIM-технологій та автоматизованих цифрових рішень забезпечує адаптивність до змін, знижує ризики і підвищує стійкість логістичних мереж. Запропонована система є критично важливим інструментом для цифрової трансформації будівництва, особливо у контексті відновлення інфраструктури України. Практична цінність підтверджена впровадженням системи в підготовку, організацію та адміністрування проєктів збірного будівництва, що реалізуються Департаментами будівництва Вінницької та Хмельницької облдержадміністрацій, а також будівельними компаніями «Архітектурно-будівельні новації» та «Альфа-сервіс». Результати дослідження використано в таких проєктах, як «Посад-Покровський», «ЖК ДіамандХіл», українсько-британський проєкт «Будівництво заводу із склофібробетону» та інших.

**Оцінка змісту і структури дисертаційної роботи. Висновок про відповідність дисертації встановленим вимогам.** Дисертація відзначається відповідністю встановленим вимогам до наукових робіт на здобуття ступеня доктора технічних наук. Її структура є логічною та підпорядкованою вирішенню теоретичних, методологічних і прикладних завдань. У **вступі** автор окреслює актуальність теми, наукову новизну, практичну цінність і особистий внесок. У **першому розділі** обґрунтовано дефініції дослідження, розкрито роль цифрових технологій у девелопменті та подано авторську класифікацію факторів стійкості постачання. **Другий розділ** присвячено методології: сформульовано підходи до інтеграції інформаційного моделювання та автоматизації проєктів. **Третій розділ** містить аналітичну платформу – моделі цифрової взаємодії та трансформаційного ядра проєкту. У **четвертому розділі** розроблено інструментарій супроводу постачання з урахуванням традиційних та інтелектуальних індикаторів. **П'ятий розділ** присвячено програмному забезпеченню для адміністрування ПЗБ із BIM-моделями, модулем спільнот та прогнозуванням похибок.

Дисертаційна робота повністю відповідає вимогам до змісту та оформлення докторських дисертацій за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва. Виклад матеріалу послідовний та системний, всі теоретико-методичні та аналітико-прикладні результати, які винесено на захист, мають належне обґрунтування як у тексті дисертації, так і в тексті відповідних публікацій здобувача. Матеріали роботи

оформлено відповідно до діючих нормативів. Зміст дослідження повністю узгоджується з профілем спеціальності.

**Висновок офіційного опонента щодо відсутності чи наявності порушень вимог академічної доброчесності.** Результати, представлені в дисертації, є підсумком тривалої та самостійної наукової діяльності здобувача. За результатами аналізу звіту про подібність, встановлено, що дисертаційна робота Дружиніна М.А. є оригінальною, не містить ознак плагіату або несанкціонованих запозичень. За підсумками перевірки тексту дисертації системою «StrikePlagiarism» рівень збігів склав 0% (нуль відсотків). Згідно з перевіркою системою Anti-Plagiarism рівень максимального збігу склав лише 0,43% і пов'язаний із самоцитуванням автором власної попередньої публікації. Усі фрагменти, що стосуються думок інших авторів, мають відповідні бібліографічні посилання. Внесок здобувача у співавторські публікації чітко визначено в наданому списку праць.

**Зауваження та дискусійні положення щодо змісту роботи, рекомендації щодо подальших досліджень здобувача.**

1) Опис наукової новизни роботи в сукупності у вступі дисертації та в загальній характеристиці в рефераті є достатньо узагальненим і не супроводжується порівняльним аналізом із сучасними підходами в галузі цифрового будівництва, управління ланцюгами постачання або логістики префабрикації, хоча ці недоліки було подолано при деталізації складових новизни за рубриками «вперше», «удосконалено» та «дістало подальшого розвитку».

2) У висновках до першого розділу роботи доцільно було б вказати, як і у чому полягає принципова відмінність запропонованого автором підходу від напрацьованих вітчизняних та закордонних дослідників, що існують у цій сфері.

3) Здобувач акцентує увагу на формуванні цифрової платформи функціонально-цифрового супроводу, однак недостатньо розкрито питання масштабованості розробленої системи до проєктів різної складності та обсягу. Відсутня оцінка адаптивності інструментарію до умов малих і середніх підприємств, які мають обмежені ресурси на цифрову трансформацію. Доцільним було б надати приклади сценаріїв застосування запропонованого підходу в умовах різного рівня організаційної та технічної готовності підприємств, а також висвітлити потенційні бар'єри масштабування.

4) Вважаю, що було б доцільним створити окрему частину дисертації, присвячену аналізу ризиків (від дії технічних, технологічних, військових та ін. факторів) щодо впровадження розробленої системи у виробничу практику. Зважаючи на складність процесів у постачанні та їхню критичність для збірного будівництва, автору слід було передбачити можливі технічні та організаційні ризики та запропонувати механізми їхнього виявлення і мінімізації.

5) У тексті п'ятого розділу роботи недостатньо висвітлено аспект емпіричної перевірки запропонованих моделей, алгоритмів та методичних положень. Було б доречно вказати, у рамках яких конкретних проєктів або



демонстраційних сценаріїв відбувалася апробація системи функціонально-цифрового супроводу. Додатково, наявність провідних кількісних показників ефективності за окремими проектами (базами впровадження), наприклад, скорочення тривалості логістичних циклів, зниження витрат або підвищення точності постачання суттєво посилила б аргументованість наукових висновків.

6) У тексті роботи було б корисно звернути увагу на ризики, пов'язані з інтеграцією нових цифрових моделей у вже сформовані бізнес-процеси, зокрема в компаніях, які не мають досвіду роботи з BIM-системами. Також варто було б окреслити можливості поетапного впровадження, супровід навчання персоналу або рекомендації щодо зазначених питань.

7) Додатково варто зазначити, що у висновках дисертації не отримало належного висвітлення питання переваг та обмежень використання нечіткої логіки у системі оцінювання стану постачання в проектах збірного будівництва. Хоча сам підхід виглядає доцільним в умовах багатофакторної невизначеності, автор не навів обґрунтування доцільності вибору саме цього математичного апарату, а також не окреслив його потенційні обмеження, зокрема, залежність результатів від якості експертних оцінок або складність інтеграції в традиційні IT-системи.

Однак, на мою думку, наведені зауваження принципово не змінюють загальною позитивної оцінки виконаної здобувачем науково-кваліфікаційної праці, на яку заслуговує представлена дисертація щодо новизни, теоретичної та практичної цінності та інших відповідно встановлених вимог.

#### **Загальний висновок офіційного опонента.**

Дисертаційна робота Дружиніна Максима Андрійовича є самостійним, завершеним науковим кваліфікаційним дослідженням, у межах якого вирішена актуальна теоретико-прикладна проблема сучасного будівництва – розроблено й обґрунтовано концепцію функціонально-цифрового супроводу процесів постачання в контексті організації девелоперських проектів збірного будівництва. У роботі представлено цілісну систему управління логістикою проекту, яка враховує особливості організації логістики в збірному будівництві, цифрової трансформації та вимог сучасного будівельного виробництва. Зміст роботи повністю відповідає паспорту спеціальності 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва.

За рівнем наукової новизни, ступенем обґрунтованості положень і висновків, практичною значущістю, методологічною зрілістю та відповідністю формальним вимогам подана дисертація повністю відповідає вимогам пунктів 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. №1197, а також положенням Наказу МОН України від 23.09.2019 р. №1220 (із змінами). Тому вважаю, що у спецради Д26.056.03 Київського національного університету будівництва і архітектури є всі підстави про прийняття рішення щодо присудження автору дисертації Дружиніну Максиму Андрійовичу наукового ступеня доктора технічних наук

зі спеціальності 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри

технології та організації будівельного

виробництва Навчально-наукового інституту

будівництва та цивільної інженерії

Харківського національного університету

міського господарства імені О.М. Бекетова



Ігор ШУМАКОВ

Підпис І. Шумак

Засвідчую

проректор ННУ

Віталій Воронько

