

## **ВИСНОВОК**

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Барабанова Станіслава Сергійовича на тему: «Забезпечення безпеки експлуатації будівель і споруд з урахуванням методу віброакустичного контролю», поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 26 «Цивільна безпека» за спеціальністю 263 «Цивільна безпека»**

Публічна презентація наукових результатів дисертації та її обговорення здійснювались на засіданні фахового семінару кафедри охорони праці, цивільної та техногенної безпеки Навчально-наукового інституту «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Українського державного університету науки і технологій (протокол № «18» від «29» травня 2024 р.)

### **1. Обґрунтування теми дослідження**

В умовах надзвичайних ситуацій, які активізуються динамічними впливами від вибухів, пожежами, руйнуванням застарілого жилого фонду безумовно необхідно проводити контроль стійкості та безпеки об'єктів для оцінки їхньої придатності до подальшої експлуатації. Це відноситься як до самих інфраструктурних об'єктів безпосередньо, в ролі яких можуть виступати виробничі цехи, споруди, тунелі та інше, так і житлові будинки і комплекси допоміжних будівель та споруд.

Безпека експлуатації будівель та споруд визначається пошкодженнями і тріщинуватістю несучих конструкцій. Накопичення внутрішніх пошкоджень, зріст тріщин в несучих стінах та фундаментах будівель є однією з найбільш поширених ознак руйнування в процесі експлуатації. При цьому втрата стійкості конструктивних елементів може відбуватися і без візуально визначених пошкоджень. Тому для безпечної експлуатації будівель та споруд вирішальним є не лише візуальний огляд, а й своєчасний контроль прихованої пошкоженості та тріщинуватості.

Для моніторингу стійкості споруд і діагностики прихованої тріщинуватості найкраще застосовувати геофізичні методи неруйнівного контролю, зокрема віброакустичний, який апробований в різних. Однак для підвищення швидкості й якості визначення стану об'єктів і структури накопичення в їх елементах суттєвих пошкоджень необхідно вдосконалення методів ідентифікації досліджуваних структур. Тому завдання забезпечення безпеки експлуатації будівель і споруд з урахуванням методів, програмних і технічних засобів віброакустичного контролю прихованої пошкоженості елементів будівельних конструкцій актуальне та затребуване на виробництві.

### **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дисертаційне дослідження виконане відповідно до пріоритетних напрямків науково-дослідних робіт, що пов'язані з Концепцією реформування системи управління охороною праці в Україні; Загальнодержавної соціальної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014-

2018 роки; Указу Президента України Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року, а також розділу науково-дослідної роботи «Розробка метода управління геотехнічною системою «породний масив-гірничі виробки» з урахуванням факторів ризику» № ДР 0119U001349 (2024 р.), де здобувач приймав участь в розробці методичного забезпечення.

### **3. Мета і завдання дослідження**

Метою дослідження є забезпечення безпеки експлуатації будівель і споруд з урахуванням методів, програмних і технічних засобів віброакустичного контролю прихованої пошкодженості елементів будівельних конструкцій.

Для досягнення мети дисертаційного дослідження визначено такі наукові завдання:

- провести аналіз стану та методів оцінки безпеки будівель і споруд в процесі їх тривалої експлуатації та з урахуванням вибухів і пожеж;

- встановити взаємозв'язок змін віброакустичних параметрів при розвитку тріщинуватості та удосконалити метод визначення пошкодженості в елементах будівельних конструкцій;

- розробити моделі та алгоритми складних коливань для систем автоматизації віброакустичного контролю безпеки експлуатації будівель і споруд;

- провести лабораторні випробування роботи генератора механічних коливань для виробки типових впливів і автоматизації процесу віброакустичного контролю будівель та споруд;

- удосконалити метод оцінки безпеки будівель і споруд при виникненні спостережуваних і прихованих систем тріщин за допомогою віброакустичного моніторингу;

- розробити і впровадити Методичні рекомендації з оцінки пошкодженості конструктивних елементів будівель і споруд віброакустичним методом для забезпечення безпеки їх експлуатації.

Об'єктом дослідження є процеси руйнування і віброакустичного контролю пошкодженості конструктивних елементів будівель і споруд.

Предметом дослідження є закономірності змін віброакустичних параметрів при розвитку тріщинуватості у будівельних конструкціях в процесі експлуатації та під впливом вибухів і пожеж.

### **4. Методи дослідження**

Методологічною основою дисертаційного дослідження є: аналітичні методи класичної теорії хвиль і статистики, аналіз та узагальнення експериментальних даних; математичне та комп'ютерне моделювання динамічних процесів; лабораторні дослідження розроблених моделей складних коливань для систем автоматизації віброакустичного контролю; експериментальні дослідження спектральної щільності акустичних відгуків, стійкості будівель і споруд віброакустичним методом; статистична обробка результатів вимірювань; методологія організації обчислювальних процесів і алгоритмів керування віброакустичними коливаннями із заданими амплітудними та частотними характеристиками для визначення прихованої пошкодженості в елементах будівельних конструкцій; аналіз результатів.

Інформаційними джерелами дослідження були фахова вітчизняна та зарубіжна науково-технічна література, нормативно-правові акти України, країн Європейського Союзу та результати власних досліджень автора.

## **5. Наукова новизна отриманих результатів**

Наукова новизна отриманих результатів визначається особистим внеском автора в теоретичне та практичне обґрунтування застосування програмних і технічних засобів віброакустичного контролю прихованої пошкодженості в конструктивних елементах будівель і споруд, що дозволяє оцінити ризики руйнування та визначити заходи безпеки

Основні результати дослідження, що містять наукову новизну, полягають у наступному:

1. Подальший розвиток отримав метод оцінки пошкоджень і тріщинуватості конструктивних елементів будівель і споруд з урахуванням параметрів віброакустичного контролю руйнування споруд, що дозволяє знизити аварійність об'єктів і своєчасно вжити заходи безпеки.

2. Встановлено закономірності та взаємозв'язок основних віброакустичних параметрів з проявами дефектів та пошкоджень в конструкціях будівель і споруд в залежності від виду матеріалів.

3. Розроблено нові моделі та алгоритми автоматичного керування вібраційним збуджувачем для отримання коливань із заданими амплітудними та частотними характеристиками, що необхідно для створення збуджуючого ударного впливу з потрібними параметрами при віброакустичному контролі.

4. Вперше обґрунтовано використання коефіцієнтів зменшеної розрядності в обчислювальній схемі за алгоритмом J. Crenshaw, що дозволяє керувати виконавчими органами з обмеженою обчислювальною продуктивністю при віброакустичному моніторингу структури, тріщин та порушень однорідності.

5. Вперше для віброакустичного контролю внутрішньої пошкодженості будівель і споруд виконано наукове обґрунтування урахування хаотичної складової процесу руйнування, розроблено програмну модель та структурну схему збуджувача віброакустичних коливань, що описується системами диференціальних рівнянь Лоренца Е. та Чена Х.

6. Вперше для виробки типових впливів в системі віброакустичної діагностики розроблено програмний модуль та генератор механічних коливань із заданим частотним спектром на основі програмованого контролера та сервопривода з використанням елементів людино-машинного інтерфейсу, що створює умови для автоматизації процесу контролю будівель і споруд.

7. Вперше для оцінки рівня пошкодженості будівель і споруд внаслідок впливу комплексу негативних факторів при їх експлуатації запропоновано показники, що відображають інтегральний ризик втрати стійкості споруд за двома основними групами небезпечних факторів. Перша група пов'язана з ризиками впливу зовнішніх структурних пошкоджень, які ідентифікуються методами візуального контролю, друга група – з ризиками впливу прихованих пошкоджень, параметри яких визначаються віброакустичним методом, що у сукупності дозволяє дати оперативну та інтегральну оцінку безпеки конструктивних елементів будівель та споруд.

## **6. Теоретичне та практичне значення одержаних результатів**

Практичне значення одержаних результатів полягає в: розробці програмних алгоритмів і технічних засобів автоматичного керування вібраційним збуджувачем для отримання коливань із заданими амплітудними та частотними характеристиками, що дає необхідну і достатню базу для автоматизації віброакустичного контролю тріщинуватості в елементах будівель і споруд; розробці і практичної апробації в лабораторних умовах генератора механічних коливань на основі програмованого контролера та сервопривода для виробки типових впливів і автоматизації процесу віброакустичної діагностики будівель і споруд; розробці та впровадженні «Методичних рекомендацій з оцінки пошкодженості конструктивних елементів будівель і споруд віброакустичним методом для забезпечення безпеки їх експлуатації», які встановлюють методи ідентифікації пошкоджень в конструктивних елементах будівель і споруд віброакустичним методом в умовах надзвичайних ситуацій, обумовлених тривалою експлуатацією об'єктів інфраструктури та динамічними впливами від вибухів і пожеж.

Розроблені методичні рекомендації впроваджені: в Головному Управлінні Державної служби з надзвичайних ситуацій України у Дніпропетровській області, де використовуються для вдосконалення ризик-орієнтованого управління і підтримання прийняттого рівня ризику при експлуатації будівель і споруд; в навчальний процес кафедри охорони праці, цивільної та техногенної безпеки Придніпровської державної академії будівництва та архітектури МОН України, де використовуються для підвищення якості підготовки фахівців за спеціальністю 263 – Цивільна безпека.

## **7. Особистий внесок здобувача**

Дисертація Барабанова С.С. є самостійно виконаним, завершеним науковим дослідженням. Усі наукові результати, викладені у роботі, отримані автором особисто й здобули апробацію та відображення в опублікованих працях. У дисертації не використовуються ідеї і розробки, що належать співавторам. Внесок автора в опублікованих у співавторстві наукових статтях конкретизовано у списку публікацій.

## **8. Апробація результатів дисертації**

Основні теоретичні положення, висновки та рекомендації за темою дисертаційного дослідження оприлюднено та обговорено на таких вітчизняних та міжнародних науково-комунікативних заходах: Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Інженерні системи будівель, енергоефективність, екологія, безпека життєдіяльності, охорона праці, цивільний захист» (17-18 квітня 2024 р., Дніпро, ПДАБА); XXI Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених і спеціалістів «Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації» (16-17 травня 2024 р., Кременчук, КНУ); XX Міжнародної науково-практичної конференції «Problems of solving global problems of humanity», секція «Архітектура, Будівництво» (20-22 травня 2024 р., Афіни, Греція).

## **9. Структура та обсяг дисертації**

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Загальний обсяг дисертації становить 155 сторінок, з них 131 – основний текст, 9 таблиць, 34 рисунків, 5 додатків, список використаних джерел становить 121 найменувань, з них 56 іноземною мовою (англійська).

**10. Публікації.** Основні положення, результати та висновки дисертаційної роботи відображено в 8 публікаціях, у тому числі в 5 наукових статях у фахових виданнях, 3 – в матеріалах конференцій

### ***Публікації у наукових фахових виданнях України:***

1. Ідентифікація геомеханічних та геотехнічних структур віброакустичним методом для систем автоматизованого контролю стійкості наземних споруд та гірничих виробок / Яланський О.А., Беліков А.С., Барабанов С.С., Слацова О.А., Іконніков М.Ю. // Вісті Донецького гірничого інституту. 2023. № 2 (53), С. 101-109. *(Особистий внесок – проведення аналітичних та лабораторних досліджень; встановлення взаємозв'язків параметрів; обробка даних).*

2. Беліков А.С., Барабанов С.С. Розробка алгоритмів керування віброакустичним коливаннями для оцінки безпеки споруд критичної інфраструктури // Вісті Донецького гірничого інституту. 2024. № 1. С. 7-14. *(Особистий внесок здобувача: проведення аналітичних та лабораторних досліджень; розробка методів і алгоритмів для отримання коливань із заданими характеристиками).*

3. Яворська О.О., Барабанов С.С. Ідентифікація прихованої пошкодженості в конструктивних елементах будівель і споруд для зниження ризиків їх руйнування // Український журнал будівництва та архітектури. Дніпро: ПДАБА, 2024. № 2 (020). С. 116-125. *(Особистий внесок здобувача: проведення моделювання процесу руйнування та оцінка ризиків втрати стійкості споруд; розробка методики ідентифікації прихованої пошкодженості; обробка отриманих даних).*

4. Яланський О.А., Барабанов С.С. Оцінка пошкоджень конструктивних елементів будівель і споруд віброакустичним методом // Науковий вісник ДонНТУ. 2024. № 1. С. 8-17. *(Особистий внесок здобувача: проведення аналітичних та натурних досліджень; розробка методу оцінки тріщинуватості).*

5. Розробка моделей складних коливань для систем автоматизації віброакустичного контролю безпеки експлуатації будівель і споруд / Беліков А.С., Яланський О.А., Барабанов С.С., Слацова О.А., Іконніков М.Ю. // Український журнал будівництва та архітектури. Дніпро: ПДАБА, 2024. № 3 (021). С. 62-72. *(Особистий внесок здобувача: проведення аналітичних досліджень кінематичних моделей; комп'ютерне моделювання та лабораторні випробування; обробка даних).*

### ***Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:***

6. Беліков А.С., Барабанов С.С. Апробація в лабораторних умовах збудувача коливань для віброакустичного контролю безпеки будівель і споруд

/ Безпека життєдіяльності в ХХІ столітті: тези допов. ХХ Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції (17-18 квітня 2024 р.). Дніпро: ПДАБА, 2024. С. 97-98. *(Особистий внесок здобувача: проведення лабораторних досліджень; обробка даних).*

7. Яланський О.А., Барабанов С.С. Генератор механічних коливань із заданими спектральними параметрами для вібраційних машин та діагностичного устаткування з прямим електричним приводом / Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації: тези допов. ХХІ Міжнародної науково-технічної конференції молодих вчених і спеціалістів (16-17 травня 2024 р.). Кременчук: КНУ, 2024. *(Особистий внесок здобувача: апробація генератора механічних коливань в лабораторних умовах).*

8. Беліков А.С., Барабанов С.С. Контроль пошкодження конструктивних елементів будівель і споруд для зниження операційних та екологічних ризиків / Архітектура, Будівництво: ХХ Міжнародної науково-практичної конференції «Problems of solving global problems of humanity» (20-22 травня 2024 р.). Афіни, 2024. С. 27-29. *(Особистий внесок здобувача: апробація методів віброакустичного профілювання та зондування; обробка даних).*

### **11. Оцінка мови та стилю дисертації**

Дисертація виконана українською мовою з дотриманням наукового стилю викладання матеріалу. Оцінка змісту дисертації, її завершеності та відповідності встановленим вимогам у цілому висока. Робота добре ілюстрована, містить відповідні графічні матеріали, аналітичні дані, власну робочу інформацію автора тощо.

## **ВИСНОВОК**

За результатами обговорення щодо дисертаційної роботи Барабанова Станіслава Сергійовича «Забезпечення безпеки експлуатації будівель і споруд з урахуванням методу віброакустичного контролю»:

### **ВВАЖАТИ:**

В зв'язку з завершенням підготовки дисертації, яка за своєю актуальністю, ступенем новизни, обґрунтованості, наукової та практичної цінності відповідає галузі знань 26 – Цивільна безпека та спеціальності 263 – Цивільна безпека, вимогам нової редакції Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти від 19 травня 2023 року № 502 «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України з питань підготовки та атестації здобувачів наукових ступенів (із змінами) та вимогам Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (із змінами), позитивними відгуками рецензентів к.т.н., проф., в.о. зав. каф. екології та охорони навколишнього середовища ННІ «ПДАБА» УДУНТ Санькова П. М. (05.26.01), к.т.н., доц., доцент кафедри охорони праці, цивільної та техногенної безпеки ННІ «ПДАБА» УДУНТ Шаломова В. А. (05.26.01).

**РЕКОМЕНДУВАТИ:**

Дисертаційну роботу «Забезпечення безпеки експлуатації будівель і споруд з урахуванням методу віброакустичного контролю», подану Барабановим Станіславом Сергійовичем на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 263 – Цивільна безпека, до захисту в разовій спеціалізованій вченій раді при Навчально-науковому інституті «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» Українського державного університету науки і технологій.

Головуючий на засіданні:

Професор кафедри  
організації і управління будівництвом  
зам. начальника центру  
з підготовки кадрів  
вищої кваліфікації  
ННІ «ПДАБА» УДУНТ  
д.т.н., проф.

Ігор СОКОЛОВ

Підпис  
засвідчую

Начальник відділу кадрів УДУНТ



Леся ШМАКОВА