ВИСНОВОК
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації Волчка Дениса Леонідовича
«Розвиток методів теорії нечітких множин в задачах будівельної механіки та оптимізації проектування конструкцій в умовах невизначеностей»
на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка

Рецензенти: д.ф.-м.н., професор кафедри будівельної і теоретичної механіки та опору матеріалів Придніпровської державної академії будівництва та архітектури **Зеленський Анатолій Григорович**, д.т.н., професор кафедри, завідувач кафедри прикладної механіки та матеріалознавства Українського державного університету науки і технології **Ракша Сергій Васильович**, д.т.н., професорка кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій Придніпровської державної академії будівництва та архітектури **Шехоркіна Світлана Євгеніївна,** призначені згідно з рішенням Вченої ради ПДАБА (протокол № 2 від 26 вересня 2023 р.), розглянувши **дисертацію Волчка Дениса Леонідовича** «Розвиток методів теорії нечітких множин в задачах будівельної механіки та оптимізації проектування конструкцій в умовах невизначеностей» на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка, наукові публікації, в яких висвітлені основні наукові результати докторської дисертації, а також за результатами фахового семінару кафедри будівельної і теоретичної механіки та опору матеріалів Придніпровської державної академії будівництва та архітектури (протокол № 1 від 27 жовтня 2023 р.) підготували **висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів докторської дисертації:**

1. Дисертація Волчка Д.Л. на тему **«Розвиток методів теорії нечітких множин в задачах будівельної механіки та оптимізації проектування конструкцій в умовах невизначеностей»** є завершеною кваліфікаційною науковою працею, яка відповідає чинним нормативним вимогам щодо докторської дисертації за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка.

2. Актуальність теми та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами, грантами.

Актуальність і практична значимість роботи полягають в уточненні існуючих моделей, оскільки детермінований не завжди означає точний, оптимальний. Знайдені оптимальні розв'язки можуть стати зовсім не оптимальними, якщо параметр, що має найбільший вплив на остаточний результат, має відповідний розкид невизначеності. Проблема полягає в розв'язуванні задач механіки при не детермінованих значеннях даних (у вигляді інтервалу, неточних, нечітких, стохастичних). Для оцінки впливу неточностей, нечітких початкових даних в технічних системах, для яких розв'язок дається аналітично у вигляді формул, можна використовувати детерміновані формули інженерного аналізу, отримані за допомогою диференціальних рівнянь із частинними похідними, використовуючи для цього підхід, оснований на переборі усіх параметрів в певних областях, виходячи з великими можливостями сучасних ПК. Такі підходи зручні, коли маємо невелику

кількість формул, що містять небагато параметрів. Якщо ж розрахунок конструкції пов'язаний з використанням достатньо великої кількості параметрів і залученням теорії ймовірностей, то класичний підхід може бути нераціональним і неекономічним. Робота здобувача присвячена методам розрахунку елементів конструкцій і деяких конструкцій на основі некласичного підходу.

Робота має зв'язок з такими науковими програмами, планами, темами, грантами:

1. Грант: Alexander von Humboldt Foundation (Institutional academic co-operation programme, grant no. 3.4-Fokoop-UKR/1070297).

2. Стипендіальна програма "Eugen Ionescu" Університетської Агенції Франкофонії (AUF) ініційована Урядом Румунії в 2015-2016 роках за темою дослідження "Calcul des elements constructifs a condition que les donnees initiales sont incompletes".

3. TEMPUS SEHUD № 530197-Tempus-1-2012-1-IT-TEMPUS-JPCR "Architecture and Sustainable Development Based on Eco-Humanistic Principles & Advanced Technologies without Losing Identity" 2012-2017 р. (сертифікат виданий директором департаменту міждисциплінарного дизайну у штучному середовищі Кембріджського університету)

4. Експерт міжнародного проекту «Atlas de l'expertise» з 2018 р.

5. Держбюджетна тема з номером держреєстрації 0116U00649 «Міцність, жорсткість, стійкість і коливання однорідних і неоднорідних стержнів, пластин, оболонок та композиційних конструкцій, включаючи об'єкти біологічного походження» в 2016-2020 роках, виконавець.

6. Держбюджетна тема з номером держреєстрації 0121U109643 «Механіка тонкостінних конструкцій, неоднорідних матеріалів та біологічних тканин» в 2021-2023 роках, виконавець.

7. Проект EffectFact № 101008140 в рамках H2020 програми MSC Action: RISE-2022.

8. Проект The BRIDGE №101127884 (ERASMUS-EDU-2023-CBHE).

3. Формулювання наукової проблеми, нове вирішення якої отримано в дисертації:

Розробка узагальнених методів моделювання, оптимального проектування на основі аналізу технічних систем та їх елементів в умовах різнорідної невизначеності випадкової, нечіткої, неточної природи, та їх комбінацій в будівельній механіці. Це є важливим в новітніх підходах до розрахунку і проектування елементів конструкцій в умовах невизначеності.

4. Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, та їх новизна.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в впровадженні нових підходів методів «м'яких обчислень» в задачі будівельної механіки та будівництва, розробці відповідних методів реалізації нових задач.

Вперше:

- Систематизовано та надано розвиток адаптованим методам м'яких обчислень до наведених задач будівельної механіки. Нові узагальнені підходи формують нове сприйняття як класичних задач, так і нових задач в сфері

будівництва, надаючи можливість оцінити границі можливої помилки, вплив різнорідної невизначеності, оцінити очікуване значення для різних видів невизначеності.

- Розроблено оптимізаційні моделі і методи їх реалізації в умовах нечіткої, неточної, випадково-нечіткої, нечітко-випадкової інформації про вихідні дані або/та про бажані результати в задачах будівництва та будівельної механіки.

- Обгрунована необхідність включення в класичні детерміновані задачі розрахунку урахування невизначеності різних видів. Показана доцільність проведення розрахунків на «толерантність» щодо впливів невизначеності як для складних нелінійних систем, так і простих лінійних.

- Показана відмінність результатів за різними теоріями невизначеності для задач будівельної механіки.

- Чисельно показано, що помилки, неточність визначення величин механіки і геометричних характеристик мають тенденцію до меншого впливу на кінцевий результат, ніж помилки проектування і виготовлення для досліджених технічних систем.

- Нові підходи дозволяють розв'язувати нетипові задачі проектування, аналізу, оптимального пошуку, що показано на прикладах. Серед таких задач пошук уразливих місць конструкції, «невеликі» впливи на які призводить до руйнувань, що має також військове застосування.

- Нові моделі і методи, що наведено в роботі застосовані для принципово нових підходів при проектуванні в будівництві, де те що ми бажаємо отримати формулюється в термінах лінгвістичних змінних. Отримані в роботі результати можуть бути базою для розробки програмних комплексів в сфері будівництва з інтерфейсом аналогічним «gpt chat», «midjourney» та інших сучасних штучних нейронних мереж, де використовуються так званні «promts» підказки.

Набули подальший розвиток:

- Математична модель розрахунку контактної взаємодії шаруватих гумово-кордових оболонок була вбудована до моделі оптимального проектування в умовах нечітких даних, що дозволяє проводити моделювання в умовах, які більш адекватно відображають об'єкт дослідження - шарувату гумово-кордову оболонку обертання, реальним фізичним, механічним та експлуатаційним умовам. Новий інструмент дає можливість розв'язати задачі, які раніше розв'язати не вдавалось.

- Класичні підходи до розрахунку стержневих, оболонкових, та континуальних систем завдяки формалізації невизначеності більш адекватно відображають реальний об'єкт в розрахункову схему та модель розрахунку, аналізу, оптимізації.

5. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються, підтверджується:

- перевіркою збіжності результатів для розглянутих задач до детермінованих значень;
- використанням строгих математичних методів та перетворень;
- для деяких задач порівнянням з результатами на основі розрахунків різноманітними чисельними методами.

6. Теоретичне значення результатів дисертації полягає в тому, що реалізація задач оптимізації і антиоптимізації при застосуванні теорій методів м'яких обчислень і для відповідного рівня можливості, ймовірності, довіри дає більш об'єктивну картину роботи технічної системи. Нові підходи дають відповідь на прийняття остаточних рішень, використовуючи модель очікуваного значення для відповідного виду невизначеності.

7. Практичне значення результатів дисертації.

Застосування нечітких множин в механіці конструкцій:

- дає адекватність опису реальних вихідних даних з урахуванням можливих помилок, неточності вимірювання, виготовлення щодо величини навантажень і місця їх застосування, механічних характеристик і інших параметрів стану, розрахункових схем;

- дозволяє проводити відповідний аналіз НДС технічних систем при невизначеному завданні вихідних даних;

- дає можливість виявляти закономірності впливу вихідних нечітких параметрів даних технічної системи, вплив на точність отримання результатів, толерантність, чутливість, стійкість, проектувати з урахуванням майбутнього очікуваного стану конструкції;

- надає нові підходи для розрахунку коефіцієнтів запасу технічних систем в умовах невизначеності, до задач проектування, коли цілі проектування задаються в термінах приблизного очікуваного результату, тобто при формулюванні мети та обмежень задач невизначеним чином;

- дозволяє включати отримані моделі апріорно в математичні моделі проектувальних розрахунків;

- надає практичні можливості моделювання реальних конструкцій в умовах невизначеності (запроектовано оптимальну геометрію найбільшої в світі шини 40.00-57, що має військове та цивільне призначення);

- дає змогу аналізувати толерантність, чутливість попередньо напруженої залізобетонної мостової балки при наявності в ній нечітких механічних та геометричних характеристик (виявлено що навіть мала нечіткість у завданні частоти може викликати руйнування балки).

8. Використання результатів роботи:

– моделі та методи аналізу технічних будівельних систем на чутливість до інформації з певними ознаками невизначеності, постановки та розв'язки задач оптимального проектування конструкцій в умовах нечіткого, стохастичного та неточного завдання інформації, сучасні підходи до проектування, коли інформація про цілі задається нечітким чином впроваджені в приватному будівельно-монтажному підприємстві «СТРОЇТЕЛЬ-П»;

– напрацювання в області методології проведення аналізу та методи аналізу в нечітких умовах були впроваджені ТОВ «Дніпро ЗБК» для особливо відповідальних конструкцій;

– практичні питання використання методів оцінки розповсюдження невизначеностей параметрів залізобетонних балок знайшли застосування при виконанні проектно-вишукувальних робіт по об'єкту «Капітальний ремонт шляхопроводу на дільниці км 3+529 автомобільної дороги загального

користування місцевого значення О041706/Н-08/ - Микільське-на-Дніпрі Солонянського району Дніпропетровської області;

– нові підходи до постановки та розв'язання задач при виконанні проектувальних та відновлюваних робіт ТОВ «БУД-ІНЖИНІРИНГ ДНІПРО»;

– результати використовуються в освітньому процесі Придніпровської державної академії будівництва та архітектури при підготовці бакалаврів, магістрів та аспірантів зі спеціальностей 192 «Будівництво та цивільна інженерія» та 274 «Автомобільний транспорт», зокрема при проведенні лекційних та практичних занять із навчальних дисциплін «Будівельна механіка», «Опір матеріалів», «Чисельні методи в інженерних розрахунках», «Теорія нечітких множин в будівельній механіці», «Надійність автомобілів».

9. Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях.

Положення, результати та висновки дисертаційної роботи відображено в 60 наукових публікаціях, а **основні наукові результати**: 50 публікацій серед яких: 33 статті (29 у наукових фахових виданнях України (7 включена до міжнародної наукометричної бази Web of Science) та 4 статті у зарубіжних наукових періодичних виданнях (2 включено до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science, та 2 до бази Copernicus)); 17 тез доповідей конференцій; 10 праць, які додатково відображають наукові результати дисертації серед яких 2 публікації включено до наукометричної бази Web of Science та 1 до Scopus, три патенти.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації

1. Volchok D., Danishevskyy V., Slobodianiuk S. & Kuchyn I. Fuzzy sets application in the problems of structural mechanics and optimal design. *Acta mechanica*. 2023. Vol. 234. (14 pages). (Scopus)
2. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Застосування мір невизначеності в задачі пошуку критичної сили для ортотропної оболонки за умов несучої здатності. *Опір матеріалів і теорія споруд. Науково-технічний збірник*. 2021. №106. С. 201–220. (Web of Science)
3. Baiev S.V., Volchok D.L. Nonlinear oscillations of a prestressed concrete bridge beam subjected to harmonic perturbation in the conditions of indeterminacy of parameters. *Strength of Materials and Theory of Structures*. 2020. no. 104. P. 147–163. (Web of Science)
4. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Нечітке моделювання в оптимальному проектуванні шарнірно-стержневих систем. *Опір матеріалів і теорія споруд. Науково-технічний збірник.* 2018. № 100. С. 71–93. (Web of Science)
5. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Визначення максимального значення навантаження стиснутої ортотропної оболоноки в умовах випадкової, нечіткої і неточної інформації. *Опір матеріалів і теорія споруд. Науково-технічний збірник.* 2017. № 99 С. 71–89. (Web of Science)
6. Бараненко В.А., Волчок Д.Л. Обернена задача будівельної механіки армованої циліндричної оболонки зі склопластику. *Опір матеріалів і теорія споруд. Науково-технічний збірник.* 2017. № 98. С. 89–103. (Web of Science)
7. Baranenko V., Volchok D. Evaluation of the maximum axial force on a cylindrical shell structure in terms of stability and strength using fuzzy quantities of

chosen geometric parameters. *Roads and Bridges-Drogi i Mosty*. 2016. Vol. 15, no. 1. P. 71–81. (Scopus and Web of Science)

8. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Оцінка максимального значення осьової сили стиснення оболонки при нечітких даних як задача невизначеного програмування. *Опір матеріалів і теорія споруд. Науково-технічний збірник.* 2016. № 97 С. 90–103. (Web of Science).

9. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Пошук максимального значення навантаження кругової циліндричної стиснутої оболонки в умовах стійкості та міцності при стохастичних даних. *Опір матеріалів і теорія споруд. Науково-технічний збірник*. 2015. № 96. С. 88–98. (Web of Science).

10. Волчок Д.Л., Данішевський В.В. Проектування оптимальної конструкції ортотропної оболонки 40.00-57 подвійного призначення в умовах невизначеностей. *Український журнал будівництва та архітектури.* 2023. № 3. С. 34–39.

11. Волчок Д.Л. Оцінка ресурсу конструкції з тріщиною нормального розриву на основі нечіткого моделювання. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.* 2019. № 1. С. 86–93.

12. Baranenko V., Volchok D. Evaluation de déplacement maximal d'un noeud constructif à condition de robustesse et ayant un volume imprécis. *Revista Romana de Inginerie Civila*. 2018. Vol. 9, no. 3. P. 307–314. (Copernicus)

13. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Нетипова задача оптимального проектування пружних балок в умовах нечіткої інформації. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки.* 2018. Т. 29, №1. С. 161–165.

14. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Методика застосування основних означень теорії нечітких множин в задачах аналізу та оптимального проектування. *Вісник Херсонського національного технічного університету. Математичне моделювання і прикладна механіка.* 2018. Т. 2, № 3 (66). С. 170–176.

15. Бараненко В.О., Волчок Д.Л., Григорович М.С. Проектування циліндричних пружин мінімальної маси за обмеження на власну частоту поздовжніх коливань в умовах повної і нечіткої інформації. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.* 2018. № 1. С. 52–59

16. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Вагова оптимізація стиснутої ортотропної циліндричної оболонки за умов трьох граничних станів, стохастичної і нечіткої невизначеності навантаження. *Проблеми обчислювальної механіки та міцності конструкцій.* 2017. № 27. С. 5–23

17. Volchok D. Analysis of rod systems under undefined load. *Revista Romana de Inginerie Civila*. 2017. Vol. 8, no. 1. P. 45–57 (Copernicus)

18. Volchok D. Large deflection of elastic rods under compression with fuzzy information for load data. *Theoretical foundations of civil engineering.* 2017. Vol. 24. P. 9–14.

19. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Оцінка максимального значення стискаючої циліндричну оболонку сили в умовах трьох граничних станів і завданні геометричних параметрів нечітко-випадкової і випадково-нечіткої природи. *Вісник Херсонського національного технічного університету. Математичне моделювання і прикладна механіка.* 2017. Т.1, №3. С. 18–25.

20. Волчок Д.Л. Оцінка максимального значення осьової сили, що тисне на циліндричну оболонку, при заданих зовнішньому тиску, крутному моменту і нечітких геометричних характеристиках. *Будівництво, матеріалознавство, машинобудування: Сб. наук. тр.* 2017. № 95. С. 47–52.

21. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Вагова оптимізація циліндричної оболонки із склопластику за умови одного граничного стану і невизначеної інформації щодо вихідних даних. *Вісник Запорізького національного університету. Математичне моделювання і прикладна механіка. Фізико-математичні науки.* 2017. №1. С. 22–35.

22. Baranenko V., Volchok D. Approach of fuzzy dependent-chance programming to the problem of synthesis of cylindrical shells. *Theoretical foundations of civil engineering.* 2015. Vol. 23. P. 65-70

23. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Геометрична інтерпретація розв'язання задачі синтезу циліндричної оболонки в умовах нечіткої інформації про цілі та дані. *Вісник Херсонського національного технічного університету. Математичне моделювання і прикладна механіка.* 2015. №3. С. 534–538.

24. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Нечітке моделювання в задачах синтезу стисненої оболонки в умовах нечіткої невизначеності даних та обмежень несучої здатності. *Вісник Запорізького національного університету. Математичне моделювання і прикладна механіка. Фізико-математичні науки.* 2015. №1. С. 7–12.

25. Kvasha E., Volchok D., Pogasii E., Schmidt R., Malovichko A. 29,5-25 tire shell modelling. *Theoretical foundations of civil engineering*. 2014. Vol. 22. P. 123–126.

26. Kvasha E., Volchok D., Pogasii E., Schmidt R., Malovichko A. Tire properties investigation with the own mathematical model. *Theoretical foundations of civil engineering.* 2013. Vol. 21. P. 101–106.

27. Kvasha E., Volchok D., Pogasii E., Schmidt R., Agapova V. Numerical research of laminated extra big tyre shells. *Theoretical foundations of civil engineering*. 2012. Vol. 20. P. 197–202.

28. Кваша Э.Н., Волчок Д.Л., Погасий Е, Шмидт Р., Копыленко Е. Влияние качества дорожного покрытия на характеристики СКГШ 40.00-57. *Theoretical foundations of civil engineering*. 2011. Vol. 19. P. 143–146.

29. Кваша Э.Н., Волчок Д.Л., Погасий Е, Шмидт Р., Вайхерт Д., Копыленко Е. Влияние конструктивных факторов на характеристики новой шины 40.00-57. *Theoretical foundations of civil engineering*. 2010. Vol. 18. P. 199–202.

30. Кваша Э.Н, Волчок Д.Л, Погасий Е.А, Бондарь В., Шмидт Р., Копиленко Е. Проектирование конструкции шины 40.00-57. *Theoretical foundations of civil engineering*. 2009. Vol. 17. P. 193–196 .

31. Кваша Э.Н., Погасий Е.А., Волчок Д.Л. Влияние особенностей эксплуатации шин на их основные показатели. *Theoretical foundations of civil engineering*. 2008. Vol. 16. P. 223–228.

32. Кваша Э.Н., Погасий Е.А., Волчок Д.Л. Оценка эксплуатационных показателей оболочек шин сверхнизкого давления. *Theoretical foundations of civil engineering*. 2007. Vol. 15. P. 365–370.

33. Кваша Э.Н., Погасий Е.А., Волчок Д.Л. Решение контактной задачи резинокордной оболочки шины при ее обжатии на цилиндрический барабон. *Theoretical foundations of civil engineering*. 2006. Vol. 14. P. 579–586.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

34. Волчок Д.Л., Данішевський В.В. Графоаналітичний метод розв'язання задачі опору матеріалів за умови завдання мети та обмежень нечітко. *«Готуємо фахівців для відбудови України»*: матеріали III освітнього форуму академічної спільноти, м. Дніпро, 19–23 червня 2023 р. / Придніпровська державна академія будівництва та архітектури». Дніпро, 2023. С. 76–80.

35. Волчок Д.Л., Погасій О.А. Нові задачі моделювання шаруватих гумовокордових оболонок військового та цивільного призначення. *«Переможемо – Відбудуємо»*: тези Всеукр. наук.-практ. форуму, м. Дніпро, 29–30 червня 2022 р. / ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури». Дніпро, 2022. С. 28–30.

36. Волчок Д.Л. Нечітке моделювання в оптимальному моделюванні стрижневих систем. *Актуальні проблеми механіки суцільного середовища і міцності конструкцій*: тези доп. другої міжн. наук.-техн. конф. пам'яті академіка В.І. Моссаковського, м. Дніпро, 10-12 жовтня 2019 р. / Днепровский национальный университет імени Олеся Гончара. Дніпро, 2019. С. 149–150.

37. Volchok D., Baranenko V., Syvash N., Stadnyk M. Méthode de programmation dynamique pour une conception optimale des fermes statiquement déterminées. *"Langues, sciences et pratiques"*: Actes du 2 colloque international francophone en Ukraine, Dnipro, 3-4 Octobre 2018 / Académie d'etat de Génie Civil et d'architecture de Prydnieprovya, Ambassade de France en Ukraine, Agence Universitaire de la Francophonie, 2018. P. 206–207.

38. Baranenko V.O., Volchok D.L. The application of various types measures of uncertainty to the problem of finding the critical force for an orthotropic shell under load-bearing conditions. *Stability of structures XV symposium*, Zakopane, 17–21 September 2018 / Lodz University of Technology, Theoretical and Applied Mechanics Polish Society. Zakopane, 2018. P. 43-44.

39. Бараненко В.О., Волчок Д.Л., Оболонський Д.О. Вплив нечітких даних на результат оптимізації шарнірно-стержневих систем *Сучасні методи і проблемно-орієнтовані комплекси розрахунку конструкцій і їх застосування у проектуванні і навчальному процесі*: тези доп. міжнародної наук.-практ. конф., м. Київ, 26-27 вересня 2018 р. / Київський нац. ун-т будівництва і архітектури, Київ, 2018. С. 22–25.

40. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Задачі аналізу та оптимального проектування пружних систем в умовах застосування основних означень теорії нечітких множин. *XIX міжнародна конференції з математичного моделювання, присвячена 250 – річчю з дня народження Жана Батиста Жозефа Фур'є*: матеріали міжнародної конф., м. Херсон, 17-21 вересня 2018 р. / Херсонський національний технічний університет. Херсон, 2018. С. 43.

41. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Оцінка ресурсу конструкції з тріщиною нормального розриву на основі нечіткого моделювання. *Динаміка, міцність та моделювання в машинобудуванні*: тези доп. Міжн. наук.-тех. конф., 10–14

вересня 2018 р., Харків / Національна Академія Наук України, Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного, Харків, 2018. С. 82–83.
42. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Нечітке моделювання в задачах конструкцій із тріщиною. *Сучасні проблеми механіки та математики*: збірник наукових праць у 3-х т. Міжн. наук.-тех. конф., м. Львів, 22-25 травня 2018 / за заг. ред. А.М. Самойленка та Р.М. Кушніра. Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України. Львів, 2018. Т. 1. С. 16–17.
43. Volchok D., Baranenko V. Estimation of maximal displacements of a truss node under conditions of strength and fuzzy goal of volume. *Innovative and clean solutions for the built environment*: Proceeding of the RCEPB, Bucarest, 7-8 June 2018 / Technical University if Civil Engineering. Bucarest, 2018. P. 45–46.
44. Баєв С.В., Волчок Д.Л. Вплив невизначеності параметрів попередньо напруженої залізобетонної балки на її прогин і амплітуду коливань. *Сучасні методи і проблемно-орієнтовані комплекси розрахунку конструкцій і їх застосування у проектуванні і навчальному процесі*: тези доп. міжнародної наук.-практ. конф., м. Київ, 25-26 жовтня 2017 р. / Київський нац. ун-т будівництва і архітектури. Київ, 2017. С.6–9.
45. Бараненко В.О., Волчок Д.Л. Визначення максимального значення стискаючої сили, що діє на циліндричну оболонку в умовах параметрів нечітко-випадкової і випадково-нечіткої природи. *XVIII міжнародна конференція з математичного моделювання, присвячена 100 – річчю з дня народження академіка Ю.О. Митропольського*: матеріали міжнародної конф., м. Херсон, 18-22 вересня 2017 р. / Херсонський національний технічний університет. Херсон, 2017. С. 104-105.
46. Бараненко В. О., Волчок Д. Л. Імітаційне та нечітке моделювання в оптимальному проектуванні тонкостінних конструкцій в умовах випадкової і нечіткої інформації про вихідні дані. *Інформатика та системні науки*: матеріали VIII Всеукраїнської наук.-практ. конф., м. Полтава, 16–18 березня 2017 р. / за ред. Ємця О.О.. ПУЕТ. Полтава, 2017. С. 37- 40.
47. Volchok D. Analisis of rod systems under undefined load. *Strategies of professional associations and public institutions for implementation of EU directives*: Proceeding of the RCEPB, Bucarest, 2-3 June 2016 / Technical University if Civil Engineering. Bucarest, 2016. P. 36–37.
48. Volchok D., Kvasha E., Schmidt R. Special Mathematical Model for Laminated Shells. *8th European Solid Mechanics Conference (ESMS)* : Abstracts of Conference, Graz, 9-13 July 2012 / Graz University of Technology, 2012. P. 1–2.
49. Volchok D., Kvasha E., Schmidt R. Design properties numeral and experimental research of laminated extra big tyre shells. *The 82nd Annual Scientific Conference of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics (GAMM)*: Abstracts of Conference, Graz, 18-21 April 2011 / Graz University of Technology, 2011. P. 153.
50. Volchok D., Schmidt R., Weichert D. Modeling of extra big tire shells properties. *The 81sd Annual Scientific Conference of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics (GAMM)*: Abstracts of Conference, Karlsruhe, 22-26 March 2010 / Karlsruhe Institure of Technology, 2010. P. 1.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

51. Gezentsvey E.I., Olevskyi V.I., Volchok D.L., Olevskyi O.V. Calculation of the improved steel beams of buildings and structures of the mining and metallurgical complex. *Strength of Materials and Theory of Structures.* 2021. no. 106. P. 54–67. (Web of Science)

52. Семенець С.М., Насонова С.С., Олевський В.І., Волчок Д.Л. Управління проектною надійністю нафтових резервуарів. *Опір матеріалів і теорія споруд. Науково-технічний збірник.* 2019. № 103. С. 165–176 (Web of Science)

53. Petrenko V., Dikarev K., Volchok D., Kuzmenko O. Evaluation of indoor temperature for various building envelopes damaged. *E3S Web of Conferences.* 2018. Vol. 32, no. 01019. P. 1–7 (Scopus)

54. Семенець С.М., Насонова С.С., Волчок Д.Л., Вельмагіна Н.О. Забезпечення надійності нафтових резервуарів в період експлуатації. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.* 2020. № 1. С. 99–110.

55. Petrenko V., Volchok D. An estimation of change of parameters of indoor microclimate during term of exploitation of building and engineering systems. *Revista Romana de Inginerie Civila.* 2016. Vol. 7, no 1. P. 50–56. (Copernicus)

56. Березюк А., Дікарев К., Волчок Д., Скокова А., Кузьменко О., Зайцев С. Удосконалення енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита-зовнішня стіна-плита перекриття». *Теоретичні основи будівництва.* 2006. Т.14. № 2. С. 57–62.

57. Lykhachova O. Volchok D. Schmidt R. About the influence of the cut length on deformation and stability of the elastic circular cylindrical shells. *The XIII-th Symposium of Stability of Structures*, Zakopane, 17–21 September 2012 / Lodz University of Technology, Theoretical and Applied Mechanics Polish Society. Zakopane, 2012. P. 435 – 440.

Патенти:

58. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита - зовнішня огороджувальна конструкція - плита перекриття»: Деклараційний патент 112913 Україна, МПК Е 04 В 1/74. заявл. 08.02.2016; опубл. 10.01.2017. Бюл. № 3. А.М. Березюк, К.Б. Дікарев, А.О. Скокова, О.М. Кузьменко, Д. Л Волчок, Д. Ю. Лісняк.

59. Спосіб улаштування енергозберігаючого конструктивного вузла «балконна плита- зовнішня стіна-плита перекриття» Деклараційний патент 97939 Україна, МПК Е 04 В 1/74. заявл. 03.11.2014; опубл. 10.04.2015. Бюл. № 7. К.Б. Дікарев, І.М. Матюшенко, Д. Л Волчок, О.М. Кузьменко, О. С. Камєнєв.

60. Амортизатор: Деклараційний патент 11922 Україна, МПК G06K 9/36. опубл. 16.01.2006. Бюл. № 1. Бондаренко Л.М., Волчок Л.М., Волчок Д.Л., Руднєв І.Ю.

В публікаціях повністю викладені матеріали дисертації. В усіх опублікованих працях Волчка Д.Л.. особистий внесок автора відповідає високому рівню дослідницької діяльності.

10. Конкретний особистий внесок дисертанта в одержання наукових результатів, що виносяться на захист:

Роботи [11, 17, 18, 20, 36, 47] надруковані без співавторів.

В роботах, опублікованих із співавторами, особистий внесок дисертанта полягає в:

- Результатах розрахунків попередньо напруженої залізобетонної балки за умови невизначених параметрів, адаптації операцій з нечіткими числами, аналізі «толерантності» системи [3, 44].

- Постановці задач для стержневих систем в умовах невизначеностей нечіткого, неточного та стохастичного характеру та отримані результатів [1, 4, 11, 12, 13, 14, 34, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 47].

- Розробці методів реалізації задачі оптимального проектування ферми при нечіткому моделюванні, врахуванні нечітко-випадкових параметрів, оцінці коефіцієнта надійності по навантаженню, розробці методу отримання очікуваного модуля пружності матеріалу ферми розв'язанням оберненої задачі, перевірка збіжності в задачах з фермою [1, 4, 36, 37].

- Формуванні області допустимих розв'язувань ферми за умови присутності тріщини, оцінці ресурсу елемента конструкції з тріщиною в нечітких умовах, оптимальному детермінованому та нечіткому проектуванні ферми із тріщиною [11, 14, 41, 42].

- Впровадженні для складної ферми процедур нечіткого моделювання, перевірці збіжності з використанням програмного комплексу МКЕ [12, 43].

- Розробці методу графічного пошуку можливості реалізації події та знаходження відповідних параметрів виконання нечітких умов проектування балок [13, 34], отриманні результатів нечіткого аналізу балок в [14]. Розробці підходів оцінки невизначеності для статично невизначених рам [47], моделювання яких потребує розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь, за критерієм мінімізації значення квадрату нев'язки.

- Аналізі результатів прямої та двоїстої детермінованої задачі для криволінійних стержневих систем, розв'язанні задачі в умовах невизначеної інформації [15].

- Постановці, розв'язанні та аналізі результатів в задачах для ізотропної оболонки в умовах трьох граничних станів за умови невизначеності даних, перевірці збіжності результатів до детермінованих [7, 8, 9, 19, 22, 23, 24, 45].

- Розробці методів неточного моделювання в [7], нечіткого в [8] та стохастичного в [9] та змішаного нечітко-випадкового, випадково-нечіткого в [19, 45] для прямої задачі. Розробці методу розв'язання задачі пошуку шансу виконання події в [22] для нечітких даних та геометричної інтерпретації в [23]. Метод розв'язання оберненої задачі з обмеженнями на шанс в [24].

- Постановці, розв'язанні та аналізі результатів в задачах для ортотропної оболонки в умовах трьох граничних станів за умови невизначеності даних, перевірка збіжності результатів до детермінованих [2, 5, 6, 16, 38 , 46]. Розробці методів обчислення імовірнісної, нечіткої, неточної міри невизначеності, розробці процедур прямої задачі визначення максимального навантаження в умовах невизначеності [2, 5, 38]. Розробці методів пошуку оптимальних функцій належності та очікуваних значень для різних

інформаційних ситуацій в оберненій задачі [6, 16, 46] за умови нечіткої та стохастичної [16, 46] інформації.

- Перевірці збіжності за детермінованою процедурою пошуку оптимального обсягу матеріалу ортотропної оболонки за умови одного граничного стану [21]. Постановці, розробці методів реалізації і розв'язки для стахостичної і нечіткої задачі оптимізації.

- Формулюванні нових задач варіантного проектування гумовокордових оболонок, складанні розрахункової схеми, результати чисельних розрахунків НДС та експлуатаційних показників оболонок, аналізі результатів, нові конструкції оболонок шин [10, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 48, 49, 50]. Знаходженні для шин 29.5-25 та 15.5R38 найкращих параметрів для забезпечення найкращих експлуатаційних показників оболонок [25, 26, 32, 48].

- Поліпшенні конструкції та побудова нестаціонарних температурних режимів експлуатації [27, 49] для оболонок 21.00-33 та 21.00-35. Постановці та розв'язанні задачі з наїздом на перешкоду [31] для шини 205/70R14. Постановці та розв'язанні контактної задачі при обжимі оболонки 33.00-51 на стендовий барабан [33]. Пропонуванні нової конструкції шини 40.00-57, як результат варіантного та масштабного моделювання [28, 30, 50].

- Формулюванні нових задач оптимального проектування оболонок в нечітких умовах, розробці адаптованої до нових задач математичної моделі [10, 35], пропонуванні нової оптимальної конструкції шини 40.00-57, результатах розрахунків експлуатаційних показників нової шини.

- В спільних роботах, що додатково відображають наукові результати дисертації [51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60] здобувач приймав участь в постановці задач та аналізі отриманих результатів.

11. Апробація матеріалів дисертації.

Результати дисертаційної роботи доповідались і одержали позитивні оцінки на наукових конференціях, форумах і семінарах: III освітній форум академічної спільноти «*Готуємо фахівців для відбудови України*» (м. Дніпро, 2023 р.); Всеукр. наук.-практ. форум *«Переможемо – Відбудуємо»* (м. Дніпро, 2022 р.); Друга міжн. наук.-техн. конф. пам'яті академіка В.І. Моссаковського «*Актуальні проблеми механіки суцільного середовища і міцності конструкцій*» (м. Дніпро, 2019 р.); Actes du 2 colloque international francophone en Ukraine «*"Langues, sciences et pratiques"*» (Dnipro, 2018); International Symposium «*Stability of structures XV symposium»* (Zakopane, Poland, 2018); Міжнародної наук.-практ. конф. «*Сучасні методи і проблемно-орієнтовані комплекси розрахунку конструкцій і їх застосування у проектуванні і навчальному процесі*» (м. Київ, 2018 р.); Міжнародна конф. «*XIX міжнародна конференції з математичного моделювання, присвячена 250 – річчю з дня народження Жана Батиста Жозефа Фур'є*» (м. Херсон, 2018 р.); Міжн. наук.-тех. конф. «*Динаміка, міцність та моделювання в машинобудуванні*» (м. Харків, 2018 р); Міжн. наук.-тех. конф. «*Сучасні проблеми механіки та математики*», (м. Львів, 2018); RCEPB «*Innovative and clean solutions for the built environment*» (Bucarest, Romania, 2018); Міжнародна наук.-практ. конф. «*Сучасні методи і проблемно-орієнтовані комплекси розрахунку конструкцій і їх застосування у проектуванні і навчальному процесі*» (м. Київ, 2017 р.); Міжнародна конф.

«*XVIII міжнародна конференція з математичного моделювання, присвячена 100 – річчю з дня народження академіка Ю.О. Митропольського*» (м. Херсон, 2017 р.); VIII Всеукраїнська наук.-практ. конф. «*Інформатика та системні науки*» (м. Полтава, 2017 р.); RCEPB «*Strategies of professional associations and public institutions for implementation of EU directives*» (Bucarest, 2016); *GAMM* «*The 82nd Annual Scientific Conference of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics*» (Graz, Austria, 2011); ESMS «*8th European Solid Mechanics Conference*» (Graz, Austria, 2012); GAMM «*The 81sd Annual Scientific Conference of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics*» (Karlsruhe, Germany, 2010); Міжвузівський науково-технічному семінар «Динаміка, стійкість та міцність конструкцій» (2021). Матеріали дисертації щорічно доповідались на Українсько-Польському науковому семінарі з 2005 року в рамках договору про міжнародне науково-технічне співробітництво між Warsaw University of Technology та ПДАБА.

12. Оцінка мови та стилю дисертації.

Дисертація та реферат написані грамотно, на достатньому науковому рівні, а стиль викладу в них матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує належну легкість і доступність їх сприйняття.

13. Відповідність змісту дисертації спеціальності, з якої вона подається до захисту.

За змістом дисертаційна робота відповідає затвердженому МОН України паспорту спеціальності 05.23.17 – будівельна механіка (п. 1 «Загальні принципи побудови конструктивних систем та математичних моделей об'єктів, які перебувають під дією навантажень», п. 3 «Розроблення загальних методів розрахунку конструктивних систем: чисельних, аналітичних, чисельно-аналітичних тощо», п. 8 «Теорія та методи оптимального проектування конструкцій, оцінка їх надійності та строків служби, дослідження навантаження на них»).

14. Відповідність докторської дисертації вимогам пп. 7, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук».

Докторська дисертація Волчка Д.Л. відповідає вимогам пп. 7, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», а саме:

– докторська дисертація є кваліфікаційною науковою працею, виконаною здобувачем самостійно;

– містить наукові положення та нові науково обґрунтовані результати у галузі будівельної механіки, одержані здобувачем особисто, які мають практичну та теоретичну цінність та які підтверджуються документами, що засвідчують проведення здобувачем досліджень;

– виконана за науковою спеціальністю з галузі науки 192 – Будівництво та цивільна інженерія відповідно до переліку, затвердженого МОН;

– відповідає паспорту спеціальності 05.23.17 – будівельна механіка;

– містить обґрунтовані висновки на основі одержаних здобувачем достовірних результатів;

– характеризується єдністю змісту;

– свідчить про особистий внесок здобувача в науку щодо розв'язання важливої теоретико-прикладної проблеми;

– відповідає принципам академічної доброчесності;

– наукові положення і результати кандидатської дисертації здобувача не використовувались у його докторській дисертації.

15. Рекомендація докторської дисертації до захисту.

Затвердити тему докторської дисертації Волчка Дениса Леонідовича: «Розвиток методів теорії нечітких множин в задачах будівельної механіки та оптимізації проектування конструкцій в умовах невизначеностей».

Рекомендуємо дисертацію Волчка Дениса Леонідовича «Розвиток методів теорії нечітких множин в задачах будівельної механіки та оптимізації проектування конструкцій в умовах невизначеностей» на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка до захисту в спеціалізованій вченій раді Д 08.085.02 з присудження наукового ступеня доктора наук Придніпровської державної академії будівництва та архітектури.

Рецензенти:

д.ф.-м.н., професор кафедри будівельної і теоретичної механіки та опору матеріалів ПДАБА — Анатолій ЗЕЛЕНСЬКИЙ

д.т.н., зав. каф., проф. кафедри прикладної механіки та матеріалознавства УДУНТ — Сергій РАКША

д.т.н., проф. каф. залізобетонних і кам'яних конструкцій ПДАБА — Світлана ШЕХОРКІНА

Висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів та тему докторської дисертації Волчка Дениса Леонідовича затверджено на засіданні Вченої ради Придніпровської державної академії будівництва та архітектури від 28 листопада 2023 р., протокол № 4.

Рішення прийнято одностайно.

Головуючий на засіданні Вченої ради
Голова комісії з реорганізації
Придніпровської державної академії
будівництва та архітектури,
проректор з наукової роботи — Владислав ДАНІШЕВСЬКИЙ

Учений секретар — Анастасія ГАЙДАР