

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор Західноукраїнського
національного університету

Оксана ДЕСЯТНЮК

«10»

2024р.

ВИСНОВОК
фахового семінару

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації Манжули Володимира Івановича
на тему «Методи та програмні засоби ідентифікації інтервальних моделей
статичних систем з нелінійними характеристиками»,
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні
методи**

**Обґрунтування вибору теми дослідження та її зв'язок з планами
наукових робіт університету.**

У багатьох галузях, таких як автоматизація, технічна та медична діагностика, енергетика та управління технологічними процесами, зростає потреба у побудові математичних моделей, що здатні враховувати невизначеність та похибки вимірювань, а також адекватно описувати нелінійні характеристики досліджуваних систем.

Інтервальні моделі є ефективним засобом для врахування невизначеності, оскільки вони дозволяють представляти невідомі параметри та результати у вигляді інтервалів, що суттєво підвищує надійність та точність моделювання. Однак ідентифікація таких моделей з урахуванням нелінійних характеристик статичних систем залишається складним завданням через необхідність розробки нових методів і алгоритмів, які б забезпечували побудову адекватних моделей із гарантованою точністю.

Розвиток методів та програмних засобів для ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками сприятиме підвищенню ефективності обробки та аналізу даних у системах зі складними зв'язками. Таким чином, тема дисертації є актуальною як з точки зору теоретичного розвитку методів математичного моделювання та ідентифікації моделей систем, так і з практичної точки зору – створення програмних засобів, здатних реалізовувати ці методи в сучасних інформаційних системах та технологіях.

Дисертаційна робота виконана відповідно до планів науково-дослідних робіт Західноукраїнського національного університету у межах науково-дослідних тем, зокрема, фундаментальних держбюджетних тем: «Математичне та комп'ютерне моделювання об'єктів з розподіленими параметрами на основі поєднання онтологічного та інтервального аналізу» (2023-2024, держреєстраційний номер 01220001497), «Національна концепція екобезпеки суспільства та інклюзія циркулярної економіки в умовах пандемії» (2021-2022 рр., держреєстраційний номер 01210109485), «Математичне та програмне забезпечення для ідентифікації

та моніторингу особливо небезпечних джерел забруднення ґрунту та ґрунтових вод» (2020-2021 рр., держреєстраційний номер 0120U102040), «Математичне та програмне забезпечення для класифікації тканин хірургічної рани в процесі операції на органах шиї» (2017-2018 рр., держреєстраційний номер 0117U000410), «Теорія побудови та методи реалізації в реальному часі міждисциплінарних математичних моделей зміни стану складних об'єктів» (2014-2015 рр., держреєстраційний номер 0114U000569), «Інформаційна технологія для ідентифікації і візуалізації зворотного гортанного нерву в процесі хірургічної операції на щитовидній залозі» (2012-2013 рр., держреєстраційний номер 0112U000078), а також за госпдоговірною тематикою: «Моделювання динаміки процесів у біогазових установках» (2023-2024 рр., держреєстраційний номер 01230103785), «Макромодельовання якості ґрунтів як об'єкта із розподіленими параметрами в умовах інтервальної невизначеності» (липень 2014-грудень 2015 рр., реєстраційний номер 0114U006089), «Розподілена система контролю технологічного процесу виробництва гіпсокартону» (грудень 2012-червень 2013 рр., держреєстраційний номер 0112U003917).

Мета, завдання та методи дослідження. Об'єкт та предмет дослідження.

Мета дисертаційної роботи – зниження обчислювальної складності процедур реалізації методів ідентифікації математичних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками в умовах інтервальної невизначеності у спосіб розробки комплексного підходу до ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, який ґрунтується на поєднанні онтологічного опису предметної області ідентифікації таких моделей, методів аналізу інтервальних даних та гібридних методів глобальної і локальної оптимізації.

Досягнення означеної мети зумовило постановку і вирішення таких завдань:

- провести аналіз літературних джерел, за результатами якого у поєднанні з результатами власних досліджень обґрунтувати напрямки формалізації задач параметричної та структурної ідентифікації інтервальних моделей та розробки ефективних методів їх розв'язування;

- сформулювати новий комплексний підхід до ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, який б забезпечив зниження часової складності розв'язування задач структурної та параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем на основі аналізу інтервальних даних;

- обґрунтувати формалізацію задач ідентифікації моделей статичних систем з нелінійними характеристиками на основі аналізу інтервальних даних у вигляді оптимізаційної задачі з нелінійною диференційованою цільовою функцією;

- розробити гібридні методи параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками із врахуванням специфіки використання інтервальних даних;

- розробити методи структурної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, які ґрунтуються на аналізі градієнта цільової функції відносно параметрів моделі та часткової похідної по параметру моделі для редукованого чи доданого структурного елемента;

- в межах комплексного підходу до ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками розробити уніфікований метод ідентифікації, який ґрунтується на комбінуванні методів параметричної та структурної ідентифікації в залежності від характеристик задачі ідентифікації;

- запропонувати та реалізувати архітектуру програмного забезпечення для математичного моделювання статичних систем з нелінійними характеристиками на основі аналізу інтервальних даних;

- провести апробацію розроблених та удосконалених методів, а також реалізованих програмних засобів для розв'язування прикладних задач моделювання статичних систем з нелінійними характеристиками.

Методологічною основою дисертаційної роботи є фундаментальні положення теорії систем, теорії ідентифікації, математичного моделювання, інтервальної математики, теорії ймовірностей, математичної статистики та оптимізації.

Для розробки комп'ютерного середовища та створення прикладних програмних систем використовуються методи об'єктно-орієнтованого аналізу, проектування та програмування, а також методи функціонального та комплексного тестування систем.

Об'єктом дослідження є процеси ідентифікації математичних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками на основі аналізу інтервальних даних.

Предметом дослідження є гібридні методи структурної та параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками та засоби їх застосування, які орієнтовані на використання ефективних стратегій та алгоритмів оптимізації.

Формування наукової проблеми, нове вирішення якої отримано в дисертації. Дисертаційна робота спрямована на вирішення наукової проблеми щодо зниження обчислювальної складності процедур реалізації методів ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками.

Однією з основних проблем у моделюванні екзогенних впливів на статичні системи з нелінійними характеристиками є висока складність реалізації методів ідентифікації адекватних моделей, які враховували б усі значущі фактори та їх взаємодію. Також ефективність методів обмежується способом врахування невизначеності, похибок в екзогенних даних. Одним із ефективних підходів, що враховує граничні значення похибок, є інтервальний підхід. Цей підхід уможливорює побудову інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками із гарантованою точністю. Однак використання такого підходу значно ускладнює обчислювальні процедури структурної та параметричної ідентифікації у порівнянні з іншими. Таким чином виникає протиріччя між потребою у побудові адекватних інтервальних моделей із заданою точністю та складністю методів їх ідентифікації.

Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, та їхня новизна.
Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні важливої науково-прикладної проблеми – зниження обчислювальної складності процедур реалізації методів ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками.

Основні положення дисертаційної роботи, що визначають її наукову новизну, полягають у такому:

у перше:

- запропоновано та обґрунтовано комплексний підхід до ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, який ґрунтується на поєднанні онтологічного опису предметної області ідентифікації цих моделей, методів аналізу інтервальних даних та гібридних методів глобальної і локальної оптимізації, що у сукупності забезпечило зниження часової складності розв'язування задач ідентифікації таких моделей;

- розроблено метод параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, який, на відміну від існуючих, ґрунтується на розв'язуванні оптимізаційної задачі з нелінійною цільовою функцією, яка мінімізує квадратичне відхилення між обчисленими значеннями модельованої характеристики статичної системи та значеннями, вибраними на числових інтервалах результатів експерименту, що уможливило гарантовану квадратичну збіжність на основі застосування квазі-Ньютонівських методів оптимізації;

- розроблено метод структурної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, який, на відміну від існуючих, ґрунтується на аналізі градієнта цільової функції та часткової похідної по параметру моделі для редукованого чи доданого структурного елемента, що уможливило напрямлений вибір структурних елементів і зниження кількості ітерацій обчислюваних процедур;

- розроблено уніфікований метод ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, який, на відміну від існуючих, ґрунтується на знання-орієнтованому підході вибору методів параметричної та структурної ідентифікації в залежності від характеристик задачі, що забезпечило зниження часової складності реалізації методу ідентифікації;

- запропоновано та обґрунтовано архітектуру програмного забезпечення та комп'ютерне середовище для математичного моделювання статичних систем з нелінійними характеристиками на основі аналізу інтервальних даних, яке, на відміну від існуючих, імплементує підсистему інтервального моделювання в сервісно-орієнтоване середовище із використанням платформи Google Cloud Run, моделі розподілених обчислень MapReduce, інтелектуалізованої консультативно-діагностичної підсистеми та програмно-інтерпретованих засобів на всіх етапах математичного моделювання, що у сукупності забезпечило спрощення процесу моделювання та наближеність користувача до розроблених сервісів;

- розроблено інтервальні моделі залежності рН середовища у ферментаторі біогазової установки від складу завантаженої у біореактор сировини та технологічних параметрів процесу виробництва біогазу на основі

багатокомпонентного субстрату, що уможливило визначення допустимих варіацій значень рН середовища в залежності від співвідношення сухої та рідкої фракції сировини для забезпечення стабільності процесу бродіння у ферментаторі;

удосконалено:

- систему критеріїв обчислювальної процедури оптимізації в задачах параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, яка, на відміну від існуючих, використовує додатковий критерій зупинки на поточній ітерації оптимізаційної процедури на основі перевірки адекватності інтервальної моделі, що забезпечило зниження часової складності зазначеної процедури.

набули подальшого розвитку:

- інтервальні моделі генерованої електроенергії малою гідроелектростанцією в залежності від характеристик її гідротехнічних споруд, які, на відміну від існуючих, отримані у вигляді нелінійного алгебраїчного рівняння, що уможливило забезпечення ефективного функціонування МГЕС на основі використання наявних гідроресурсів.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Автором на високому рівні, у достатньому обсязі, проведені теоретичні та експериментальні дослідження. Обґрунтованість та достовірність наукових положень і результатів, рекомендацій і висновків підтверджується коректною постановкою завдань досліджень, заданою точністю даних, що отримані в результаті моделювання та результатами проведених чисельних експериментів. Наукові положення, висновки та рекомендації обґрунтовані на належному рівні, опубліковані в періодичних наукових виданнях, апробовані на міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях. Про належний ступінь теоретичної обґрунтованості та достовірності наукових результатів, що є у дисертації, свідчить раціонально підібрані методологічні засади дослідження.

Наукове та практичне значення роботи. Наукове значення роботи полягає в обґрунтуванні нового комплексного підходу до ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, який ґрунтується на поєднанні знань у вигляді онтологічного опису предметної області теоретичних засад ідентифікації цих моделей та гібридних методів, які поєднують ефективні стратегії глобального пошуку і методи локальної оптимізації. В межах запропонованого комплексного підходу до ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, розроблено уніфікований метод ідентифікації, який на відміну від існуючих, ґрунтується на знання-орієнтованому підході вибору методів параметричної та структурної ідентифікації в залежності від характеристик задачі ідентифікації, зокрема від розмірності та складності цільової функції, що підвищило ефективність ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками з точки зору часової складності.

Основні практично значущі результати дисертаційної роботи були отримані на основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень. Ці результати

спрямовані на підвищення ефективності програмних засобів ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, забезпечуючи спрощення процесу моделювання та наближеність користувача до розроблених сервісів. У межах запропонованого наукового комплексного підходу, з урахуванням особливостей розроблених методів та реалізованих алгоритмів, а також запропонованої сервісно-орієнтованої архітектури розроблено програмний комплекс для математичного моделювання статичних систем з нелінійними характеристиками на основі аналізу інтервальних даних.

Використання результатів роботи.

Основні результати дисертаційної роботи використано та впроваджено для обґрунтування прийняття рішень в установах різного призначення: інтервальні моделі процесів у біогазових установках, які описують залежність рН середовища від складу завантаженої у біореактор сировини та технологічних параметрів процесу виробництва біогазу на основі багатокомпонентного субстрату у ТОВ «Геофіпольська енергетична компанія» для забезпечення стабільності бродіння в біореакторах першого етапу; інтервальна нелінійна модель характеристик сигналу – реакцій на подразнення тканин в хірургічній рані у Тернопільській міській комунальній лікарні №2 при інтраопераційній ідентифікації нервів гортані при проведенні операцій тиреоїдектомій; інтервальна модель, що відображає поширення промислового забруднення від точкового джерела, яка з гарантованою точністю відтворює властивості фонового рівня забруднення навколо промислового об'єкта у комунальному підприємстві теплових мереж «Тернопільміськтеплокомуненерго» Тернопільської міської ради для підтримки рішень щодо декарбонізації об'єктів виробництва теплової енергії (котелень), які працюють на газоподібному паливі; інтервальна модель генерованої електроенергії малою гідроелектростанцією в залежності від характеристик її гідротехнічних споруд у ТзОВ «Топольки» для прийняття рішень щодо оптимальних обсягів генерованої електроенергії та оцінювання потенційних можливостей використання наявних гідроресурсів малою гідроелектростанцією; архітектуру програмного забезпечення для математичного моделювання статичних систем з нелінійними характеристиками на основі аналізу інтервальних даних при реалізації програмних проектів ТОВ «АПІКО УКРАЇНА» для відтворення властивостей статичних нелінійних характеристик об'єктів із гарантованою точністю.

На підставі отриманих у дисертаційній роботі результатів досліджень розроблено методичне забезпечення, яке використовується у навчальному процесі кафедри комп'ютерних наук Західноукраїнського національного університету при викладанні дисциплін «Моделювання систем», «Інтелектуальний аналіз даних» для студентів спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення». А також дисципліни «Технологія розробки програмного забезпечення та систем моделювання», «Методи та програмні засоби теоретико-множинного інтервального підходу» для здобувачів третього рівня освіти зі спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Повнота викладення матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора. Всі наукові результати, висновки і пропозиції, викладені у дисертації та винесені на захист, одержано автором особисто. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, в дисертації використано лише ті ідеї і положення, що є результатом особистої роботи здобувача.

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 61 наукову працю загальним обсягом 58,2 д.а., з яких автору належить 19,41 д.а., зокрема 20 статей у наукових фахових періодичних виданнях, у тому числі 14 статей у наукових фахових виданнях України та 6 статей у закордонних періодичних виданнях, що індексуються наукометричними базами Scopus та/або Web of Science, 1 монографія у співавторстві, що опублікована за темою дослідження українською мовою та 40 публікацій у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій (з них 17 публікацій проіндексовано наукометричними базами Scopus та/або Web of Science). Загалом 23 публікації проіндексовано наукометричними базами Scopus та/або Web of Science.

Наукові праці, які відображають основні наукові результати дисертації

Статті у журналах, що входять до наукометричних баз даних Scopus/Web of Science:

1. Dyvak N.P., **Manzhula V.I.** The structural identification of interval models of static systems. *Journal of Automation and Information Sciences*, 2008 40(4). P. 49–61. (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: <https://doi.org/10.1615/JAutomatInfScien.v40.i4.40> (особистий внесок автора: систематизація критеріїв оптимальності інтервальних моделей в задачах структурної ідентифікації), (0,9 д. а.);

2. **Manzhula V.**, Dyvak M., Zabchuk V. The Improved Method for Identifying Parameters of Interval Nonlinear Models of Static Systems. *International Journal of Computing*. 2024. 23 (1). P. 19-25. (індексується в наукометричній базі **Scopus**, *третій квартиль (Q3)*, DOI: <https://doi.org/10.47839/ijc.23.1.3431> (особистий внесок автора: удосконалена система критеріїв зупинки обчислювальної процедури оптимізації в задачах параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками), (0,44 д. а.);

3. Borysiak O., Skowron Ł., Brych V., **Manzhula V.**, Dluhopolskyi O., Sak-Skowron M., Wołowiec T. Towards Climate Management of District Heating Enterprises' Innovative Resources. *Energies* 2022, 15 (21), 7841. (індексується в наукометричній базі **Scopus**, *перший квартиль (Q1)*, (особистий внесок автора: інтервальні моделі для підтримки прийняття рішень в декарбонізації енергетичних об'єктів, DOI: <https://doi.org/10.3390/en15217841>), (0,33 д. а.);

4. Dyvak M., Spivak I., Melnyk A., **Manzhula V.**, Dyvak T., Rot A., Hernes M. Modeling Based on the Analysis of Interval Data of Atmospheric Air Pollution Processes with Nitrogen Dioxide due to the Spread of Vehicle Exhaust Gases. *Sustainability (Switzerland)*. 2023. 15(3). 2163. (індексується в наукометричній базі **Scopus**, *другий квартиль (Q2)*, (особистий внесок автора: формалізація задачі параметричної ідентифікації у вигляді оптимізаційної задачі з диференційованою нелінійною цільовою функцією, DOI: <https://doi.org/10.3390/su15032163>), (0,22 д. а.);

5. Mykytyuk P., Brych V., **Manzhula V.**, Borysiak O., Sachenko A., Banasik A., Kempa W.M., Mykytyuk Yu., Czupryna-Nowak A., Lebid I. Efficient Management of Material Resources in Low-Carbon Construction. *Energies*. 2024. 17 (3). 575. (індексується в наукометричній базі *Scopus*, перший квартал (Q1), (особистий внесок автора: інтервальні моделі для підтримки прийняття рішень в декарбонізації об'єктів транспортної інфраструктури, DOI: <https://doi.org/10.3390/en17030575>), (0,22 д. а.);

6. Dyvak M., **Manzhula V.**, Melnyk A., Rusyn B., Spivak I. Modeling the Efficiency of Biogas Plants by Using an Interval Data Analysis Method. *Energies*. 2024. 17 (14). 3537. (індексується в наукометричній базі *Scopus*, другий квартал (Q2), DOI: <https://doi.org/10.3390/en17143537>, (особистий внесок автора: інтервальні моделі процесів у біогазових установках, які описують залежність рН середовища від складу завантаженої у біореактор сировини та технологічних параметрів процесу виробництва біогазу на основі багатокомпонентного субстрату), (0,9 д. а.);

Статті у наукових фахових виданнях України:

7. Дивак М.П., **Манжула В.І.**, Франко Ю.П. Інтервальна модель для прогнозування потужності малої гідро-електростанції «Топольки». *Енергетика та електрифікація*. 2008. № 11(303). С. 21-29. (особистий внесок автора: побудовано інтервальну модель залежності генерованої електроенергії малою гідро-електростанцією від характеристик технічних гідроспоруд), (0,4 д. а.);

8. Дивак М., **Манжула В.**, Войтюк І. Структурна ідентифікація інтервальних різницевого операторів. *Вісник Тернопільського національного технічного університету*. 2010. Том 15, № 4. С. 154-160. [Електронний ресурс]. (особистий внесок автора: систематизація критеріїв оптимальності математичних моделей в задачах структурної ідентифікації на основі методів аналізу інтервальних даних), (0,33 д. а.);

9. Дивак М.П., **Манжула В.І.**, Падлецька Н.І. Методи, засоби та інтервальна модель для задачі візуалізації зворотного гортанного нерва в процесі хірургічної операції на щитовидній залозі. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2011. Том 22. Вип. 2. С. 102-109. URL: <https://oeipt.vntu.edu.ua/index.php/oeipt/article/view/234>. (особистий внесок автора: побудовано інтервальну нелінійну модель характеристик сигналу – реакцій на подразнення тканин в хірургічній рані для візуалізації області локалізації при інтраопераційній ідентифікації поворотних нервів гортані під час проведення операцій тиреоїдектомії), (0,33 д. а.);

10. Дивак М.П., Пукас А.В., Дивак Т.М., **Манжула В.І.** Макромодель розподілу вологості в листі гіпсокартону в процесі його сушіння на основі інтервального різницевого оператора. *Керуючі системи і машини*. 2013. №2. С. 72-78. (особистий внесок автора: реалізація алгоритму визначення інтервальних оцінок параметрів моделі на основі оцінювання допускової області вектора параметрів), (0,22 д. а.);

11. Дивак М.П., **Манжула В.І.**, Мельник А.М., Пукас А.В. Метод структурної ідентифікації нелінійних інтервальних моделей статичних об'єктів. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2022. Том 54, № 2, С. 103-114. DOI: <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2022-54-2-103-114>. (особистий внесок автора:

проаналізовано та формалізовано задачі структурної та параметричної ідентифікації моделей статичних систем з нелінійними характеристиками на основі аналізу інтервальних даних), (0,56 д. а.);

12. Мельник А.М., Дивак М.П., **Манжула В.І.** Моделювання динаміки концентрацій шкідливих викидів автотранспорту на основі поєднання методів інтервального аналізу та онтологічного підходу. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2022 №. 2. С. 14-23. DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2022-70-2-2> (особистий внесок автора: розроблено онтологічні описи предметної області ідентифікації математичних моделей на основі методів інтервального аналізу даних), (0,33 д. а.);

13. Дивак М.П., Крепич С.Я., Дивак Т.М., **Манжула В.І.** Моделювання та забезпечення функціональної придатності технологічного обладнання лінії по виготовленню гіпсокартону в умовах змінних характеристик сировини. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2015. №3(52). С. 186-192. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/vott_2015_3_37. (особистий внесок автора: реалізація алгоритму визначення інтервальних оцінок параметрів моделі на основі оцінювання допускової області визначення вектора параметрів), (0,22 д. а.);

14. Дивак М.П., **Манжула В.І.**, Мельник А.М., Тимчишин В.С. Система моніторингу забруднення повітря автотранспортом на базі автономного аеромобільного вимірювального комплексу. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2022. 42, вип. 2. С. 73-83. DOI: <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2021-42-2-73-83> (особистий внесок автора: розроблено математичне забезпечення системи моніторингу забруднення повітря для моделювання фонових рівнів концентрацій забруднення), (0,45 д. а.);

15. **Манжула В.І.**, Дивак М.П. Інтервальна нелінійна модель розподілу амплітуди інформаційного сигналу в задачі виявлення та локалізації зворотного гортанного нерва в процесі хірургічних операцій. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2022. № 43, вип.1. С. 65-75. DOI: <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2022-43-1-65-75> (особистий внесок автора: побудовано інтервальну нелінійну модель характеристик сигналу – реакцій на подразнення тканин в хірургічній рані для візуалізації області локалізації при інтраопераційній ідентифікації поворотних нервів гортані під час проведення операцій тиреоїдектомії), (0,9 д. а.);

16. Dyvak M., **Manzhula V.**, Dyvak T. Identification of Parameters of Interval Nonlinear Models of Static Systems using Multidimensional Optimization. *Computational Problems of Electrical Engineering*. 2022. Vol. 12, No. 2. P. 5-13. DOI:10.23939/jcree2022.02.005. (особистий внесок автора: формалізація задачі параметричної ідентифікації у вигляді оптимізаційної задачі з диференційованою нелінійною цільовою функцією на основі розширення простору параметрів), (0,45 д. а.);

17. **Манжула В.І.**, Забчук В.В. Архітектура програмного забезпечення для моделювання процесів у біогазових установках. *Наукові Праці ВНТУ*. 2024. вип. 1. С. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.31649/2307-5376-2024-1-19-28>. (особистий внесок автора: розроблено підсистему для математичного моделювання статичних систем з нелінійними характеристиками на основі аналізу інтервальних даних в

архітектури програмного забезпечення для моделювання процесів у біогазових установках), (0,9 д. а.);

18. Дивак М., **Манжула В.**, Мельник А., Юшко А. Архітектура програмного забезпечення для математичного моделювання на основі аналізу інтервальних даних з використанням хмарних технологій. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2024. Вип.1. С. 125-139. DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-77-15>. (особистий внесок автора: обґрунтовано та запропоновано архітектура програмного забезпечення для математичного моделювання статичних систем з нелінійними характеристиками на основі аналізу інтервальних даних), (0,55 д. а.);

19. **Манжула В.І.**, Дивак М.П., Мельник А.М. Метод структурної ідентифікації нелінійних моделей статичних систем на основі інтервальних даних. *Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія*. 2024. Вип.59, №1. С. 94-104. DOI: <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2022-54-2-103-114>. (особистий внесок автора: обґрунтовано, реалізовано та апробовано метод структурної ідентифікації нелінійних інтервальних моделей статичних систем), (0,7 д. а.);

20. **Манжула В.**, Дивак М. Моделювання статичних систем з нелінійними характеристиками із застосуванням онтологічного підходу. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. 2024. №2. С. 306-324. DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2024-78-36>. (особистий внесок автора: запропоновано новий комплексний підхід до ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками із застосуванням онтологічних описів предметної області теоретичних засад ідентифікації таких моделей, методів аналізу інтервальних даних та гібридних методів глобальної і локальної оптимізації), (1,5 д.а.);

Монографії у співавторстві:

21. Дивак М.П., Мельник А.М., Манжула В.І., Співак І.Я., Порплиця Н.П. Знання-орієнтовані системи для ідентифікації інтервальних математичних моделей складних динамічних та статичних об'єктів: монографія. Тернопіль: ВПЦ “Університетська думка”. 2024. 294 с. (особистий внесок автора: розділ – Методи ідентифікації інтервальних нелінійних моделей статичних об'єктів), (1,5 д. а.);

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

22. Dyvak M., **Manzhula V.**, Trufanova Yu. Interval Non-linear Model of Information Signal Characteristics Distribution for Detection of Recurrent Laryngeal Nerve during Thyroid Surgery. *CEUR Workshop Proceedings: 5th International Conference on Informatics and Data-Driven Medicine, IDDM 2022*, Lyon, France, November 18–20, 2022, Том 3302, pp. 99-107. (індексується в наукометричній базі **Scopus**, особистий внесок автора: інтервальна нелінійна модель характеристик сигналу – реакцій на подразнення тканин в хірургічній рані при інтраопераційній ідентифікації поворотних нервів гортані під час проведення операцій тиреоїдектомії), (0,33 д. а.);

23. Dyvak M., **Manzhula V.**, Pukas A., Dyvak T. and Manzhula V.V. Application of Global Optimization Toolbox for Identification of Parameters of Interval Nonlinear Models of Static Systems, *Proceedings: 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM)*, Jaroslaw, Poland, 2023, pp. 60-

63, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: 10.1109/CADSM58174.2023.10076513. (особистий внесок автора: обґрунтування вибору ефективних обчислювальних процедур для реалізації методу параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками), (0,22 д. а.);

24. Dyvak M., Melnyk A., Porplytsya N., **Manzhula V.**, Mushak A. and Semaniuk V. Identification of Interval Discrete Models based on the Bee Swarm Optimization Algorithm with Adaptive Tuning of the Probability of Selecting Structural Elements, *Proceedings: 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Wrocław, Poland, 2023, pp. 13-18, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: 10.1109/ACIT58437.2023.10275408 (особистий внесок автора: аналіз задачі структурної ідентифікації інтервальних моделей систем з нелінійними характеристиками та методів глобальної оптимізації для їх вирішення), (0,11 д. а.);

25. Dyvak M., **Manzhula V.** and Dyvak T. The Method of Structural Identification of Interval Nonlinear Models with the Selection of Structural Elements based on the Gradient of the Objective Function, *Proceedings: 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Wrocław, Poland, 2023, pp. 52-57, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: 10.1109/ACIT58437.2023.10275642, (особистий внесок автора: теоретичні засади та метод структурної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками, який ґрунтується на аналізі градієнта цільової функції), (0,22 д. а.);

26. Tymchyshyn V., Tymchyshyn B., Melnyk A., **Manzhula V.**, Faifura V. and Romanets I., The System Architecture of the Software for Modeling Harmful Emissions in Soil, *Proceedings: 13th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Wrocław, Poland, 2023, pp. 58-62, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: 10.1109/ACIT58437.2023.10275416, (особистий внесок автора: запропоновано підсистему для математичного моделювання статичних систем з нелінійними характеристиками на основі аналізу інтервальних даних в архітектурі програмного забезпечення для моделювання поширення шкідливих викидів), (0,11 д. а.);

27. Borysiak O., **Manzhula V.**, Bila Y., Petryshyn N., Vovchuk D. Verifying the Economic Potential of Low-Carbon Energy Using Artificial Intelligence in Transport. *CEUR Workshop Proceedings: 1st International Workshop of Young Scientists on Artificial Intelligence for Sustainable Development, AISD*, 2024, 3716, pp. 19-25. (індексується в наукометричній базі **Scopus**, (особистий внесок автора: інтервальні моделі для підтримки прийняття рішень в декарбонізації транспортної інфраструктури), (0,22 д. а.);

28. Dyvak M., Pukas A., **Manzhula V.**, Papa O., Akimjak A. and Maslyiak B., The Task of Structural Identification the Interval Models of Static Objects with Multiple Parameters, *Proceedings: 12th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Ruzomberok, Slovakia, 2022, pp. 112-115. (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: 10.1109/ACIT54803.2022.9913146, (особистий внесок автора: проведено аналіз

задачі параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками та методів глобальної оптимізації для їх вирішення), (0,11 д. а.);

29. Brych V., **Manzhula V.**, Halysh N., Kalinichuk N., Reznik N. and Hrynychak I. Modeling the Dynamics of Living Standards Based on Factors of the Remuneration System, *Proceedings: 11th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Deggendorf, Germany, 2021, pp. 420-423, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: 10.1109/ACIT52158.2021.9548617, (особистий внесок автора: постановка задачі ідентифікації інтервальних моделей та обґрунтування екзогенних факторів для моделювання), (0,33 д. а.);

30. Brych V., **Manzhula V.**, Brych B., Halysh N., Ursakii Y. and Homotiuk V. Estimating the Efficiency of the Energy Service Market Functioning in Ukraine, *Proceedings: 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Deggendorf, Germany, 2020, pp. 670-673, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: 10.1109/ACIT49673.2020.9208858, (особистий внесок автора: отримано математичні моделі для оцінки ефективності ринку енергетичних об'єктів для підтримки процесів декарбонізації), (0,33 д. а.);

31. Brych V., **Manzhula V.**, Borysiak O., Liakhovych G., Halysh N. and Tolubyak V. Communication Model of Energy Service Market Participants in the Context of Cyclic Management City Infrastructure, *Proceedings: 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Deggendorf, Germany, 2020, pp. 678-681, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: 10.1109/ACIT49673.2020.9208902, (особистий внесок автора: розроблено математичне забезпечення комунікаційної моделі ринку енергетичних об'єктів для підтримки процесів декарбонізації), (0,11 д. а.);

32. Brych V., **Manzhula V.**, Halysh N., Zhekalo G., Liakhovych G. and Vakun O. Strategy of Effective Pricing Policy of Biofuel Enterprises, *Proceedings: 10th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Deggendorf, Germany, 2020, pp. 674-677, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: 10.1109/ACIT49673.2020.9208815, (особистий внесок автора: розроблено математичне забезпечення реалізації цінової політики на ринку енергетичних об'єктів для підтримки процесів декарбонізації), (0,11 д. а.);

33. **Manzhula V.**, Semanyuk V. and Rozhelyuk V. Evaluation Method of Economic Benefit Taking Into Account Additional Data in Decision-Making Process, *Proceedings: 9th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT)*, Ceske Budejovice, Czech Republic, 2019, pp. 413-416, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: 10.1109/ACITT.2019.8779982, (особистий внесок автора: розроблено математичне забезпечення для підтримки процесів декарбонізації), (0,33 д. а.);

34. Dyvak M., Darmorost I., Shevchuk R., **Manzhula V.** and Kasatkina N. Correlation analysis traffic intensity of the motor vehicles and the air pollution by their harmful emissions, *Proceedings: 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET)*, Lviv-Slavske, Ukraine, 2018, pp. 855-858, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, DOI: 10.1109/TCSET.2018.8336331, (особистий внесок автора: розроблено

математичне забезпечення системи моніторингу забруднення повітря для моделювання фонових рівнів концентрацій забруднення), (0,11 д. а.);

35. Dyvak M., Oliynyk I., **Manzhula V.** Design of the saturated interval experiment for the task of recurrent laryngeal nerve identification. *CEUR Workshop Proceedings: Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2018*, June 1-3, 2018, Ceske Budejovice, Czech Republic, 2300, pp 46-49, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, (особистий внесок автора: постановка задачі ідентифікації інтервальної моделі характеристик сигналу – реакцій на подразнення тканин в хірургічній рані при інтраопераційній ідентифікації поворотних нервів гортані під час проведення операцій тиреоїдектомії), (0,11 д. а.);

36. Dyvak M., Oliynyk I., **Manzhula V.** and Shevchuk R. Stochastic method forming the optimal “saturated block” in the localization task of solutions the interval system of linear algebraic equations, *Proceedings: 14th International Conference the Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM)*, Lviv, Ukraine, 2017, pp. 367-371, DOI: 10.1109/CADSM.2017.7916152, (особистий внесок автора: проведено критичний аналіз методів розв’язування інтервальних систем лінійних алгебраїчних рівнянь), (0,11 д. а.);

37. Brushnicka A., Pukas A., Shpintal M. and **Manzhula V.** Formalization the task of increasing the websites attendance based on management the dynamics of their characteristics, *Proceedings: The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics*, Lviv, Ukraine, 2015, pp. 263-265, DOI: 10.1109/CADSM.2015.7230852. (індексується в наукометричній базі **Scopus** (особистий внесок автора: формалізовано задачу залежності відвідуваності сайтів від їх характеристик на основі розв’язування інтервальної системи нелінійних алгебраїчних рівнянь), (0,11 д. а.);

38. Shtunder O., **Manzhula V.**, Kasatkina N. Applying the Difference Operators for Surfaces Approximation with Given Accuracy in Nodes, *Proceedings of the XI International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering TCSET'2012*, Lviv-Slavske, Ukraine, 2012, P.436. (індексується в наукометричній базі **Scopus**, (особистий внесок автора: постановка задачі апроксимації функції із заданою точністю на основі інтервального підходу), (0,22 д. а.);

39. Shtunder O., Dyvak M., **Manzhula V.**, Shevchuk R. The method of construction the approximating function with multiple arguments with minimum number of parameters and with given accuracy, *Proceedings of the 2th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM)*, Lviv, UKRaine, 2013, pp. 329-331, (індексується в наукометричній базі **Scopus**, (особистий внесок автора: здійснено постановку задачі апроксимації функції із заданою точністю на основі інтервального підходу), (0,11 д. а.);

40. Pukas A., Dyvak M., Oliynyk I., **Manzhula V.** Interval model for description the small hydroelectric power station and method of its construction, *Computational Problems of Electrical Engineering: Proceedings of abstracts of the 15th International Conference CPEE'2014*, Terchova Vratna Dolina, Slovak Republic, September 09-12, 2014, P.38. (особистий внесок автора: проведено критичний аналіз методів побудови інтервальних моделей статичних систем), (0,11 д. а.);

41. **Манжула В.І.**, Рижий О.В., Кирильчук А.Б. Математичне моделювання характеристик якості гіпсокартону на стадіях його виробництва, *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали VI Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів, АСІТ'2016*, Тернопіль: ТНЕУ, 2016, С. 23-25. (особистий внесок автора: постановка задачі ідентифікації моделей характеристик якості гіпсокартону від параметрів технологічного процесу на стадіях його виробництва), (0,22 д. а.);

42. Дивак М., Войтюк І., **Манжула В.** Критерії оптимальності структури інтервального різницевого оператора, *Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, економіки та моделювання: матеріали проблемно-наукової міжгалузевої конференції*, Бучач-Скоморохи, 2009, Том 1, №5, С. 220-224. (особистий внесок автора: систематизовано критерії оптимальності математичних моделей в задачах структурної ідентифікації на основі методів аналізу інтервальних даних), (0,22 д. а.);

43. **Манжула В.І.**, Петровський І.М. Програмна система для реалізації задач параметричної ідентифікації інтервальних моделей, *Матеріали проблемно-наукової міжгалузевої конференції "Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, економіки та моделювання"*, Бучач-Скоморохи, 2009, Том 1, №5, С. 228-233. (особистий внесок автора: запропоновано архітектуру програмної системи для реалізації задач параметричної ідентифікації інтервальних моделей), (0,33 д. а.);

44. **Манжула В.І.**, Назар А.М. Програмна система для структурної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем, *Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, економіки та моделювання: матеріали проблемно-наукової міжгалузевої конференції*, Бучач-Скоморохи, 2009, Том 1, №5, С. 234-238. (особистий внесок автора: запропоновано архітектуру програмної системи для реалізації задач структурної ідентифікації інтервальних моделей), (0,33 д. а.);

45. Дивак М., Войтюк І., **Манжула В.** Критерії структурної ідентифікації інтервального різницевого оператора, *Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, економіки та моделювання: матеріали проблемно-наукової міжгалузевої конференції*, Бучач-Східниця, 2010, Том. 1. №6, С. 280-283. (особистий внесок автора: систематизовано критерії оптимальності математичних моделей в задачах структурної ідентифікації на основі методів аналізу інтервальних даних), (0,11 д. а.);

46. Паньків М.Р., **Манжула В.І.**, Цільо І.В. Моделювання процесу газоспоживання, *Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, економіки та моделювання: матеріали проблемно-наукової міжгалузевої конференції*, Бучач-Східниця, 2010, Том. 1, №6, С. 288-291. (особистий внесок автора: постановка задачі моделювання процесу газоспоживання домогосподарствами), (0,22 д. а.);

47. Дивак М.П. Падлецька Н.І., **Манжула В.І.** Застосування методів гарантованого інтервального оцінювання параметрів макромоделей статичних систем для задачі візуалізації зворотного гортанного нерва, *Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, економіки та моделювання: матеріали*

проблемно-наукової міжгалузевої конференції (ПНМК-2011), Бучач, 2011, №7, С. 340-343. (особистий внесок автора: проведено аналіз методів гарантованого інтервального оцінювання параметрів макромоделей статичних систем), (0,22 д. а.);

48. **Манжула В.І.**, Франко Ю.П. Оцінка впливу факторів на ефективність функціонування малої ГЕС методами інтервального аналізу, *Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, економіки та моделювання: матеріали проблемно-наукової міжгалузевої конференції (ПНМК-2011)*, Бучач, 2011, №7, С. 349-351. (особистий внесок автора: побудовано інтервальну модель для оцінка впливу екзогенних факторів на ефективність функціонування малої ГЕС), (0,22 д. а.);

49. Дивак М.П., Падлецька Н.І., **Манжула В.І.** Інтервальна модель для візуалізації зворотного гортанного нерва в процесі хірургічної операції на щитовидній залозі, *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали I Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів, АСІТ'2011*, Тернопіль: Економічна думка, 2011, С. 10-11. (особистий внесок автора: побудовано інтервальну модель для візуалізації зворотного гортанного нерву в процесі хірургічної операції на щитовидній залозі), (0,11 д. а.);

50. **Манжула В.І.**, Мачула В.Я. Генетичний алгоритм параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем, *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали II Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів, АСІТ'2012*, Тернопіль: Економічна думка, 2012, С. 33-35. (особистий внесок автора: оцінка методів глобальної оптимізації для параметричної ідентифікації інтервальних моделей статичних систем), (0,22 д. а.);

51. **Манжула В.І.**, Пукас А.В., Гаврилук А.О. Соціальна мережа для обміну GPS-маршрутами, *Інформаційні проблеми комп'ютерних систем, юриспруденції, енергетики, економіки, моделювання та управління: матеріали проблемно-наукової міжгалузевої конференції, ПНМК 2012*, Бучач, 2012, С.285-288. (особистий внесок автора: запропоновано сервісно-орієнтовану архітектуру програмної системи для обміну GPS-маршрутами), (0,22 д. а.);

52. Мачула В.Я., **Манжула В.І.** ПЗ для інтервальної локалізації параметрів моделей із використанням елементів символічної математики, *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали III Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів, АСІТ'2013*, Тернопіль: ТНЕУ, 2013, С.43-44. (особистий внесок автора: постановка задачі інтервальної локалізації параметрів моделей та запропоновано архітектуру програмної системи), (0,11 д. а.);

53. **Манжула В.І.**, Поляруш О.В. Аналіз ефективності алгоритму інтервальної локалізації параметрів моделі на основі дробових обчислень, *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали III Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів, АСІТ'2013*, Тернопіль: ТНЕУ, 2013, С. 40-41. (особистий внесок автора: постановка задачі інтервальної локалізації параметрів моделей та запропоновано алгоритм інтервальної локалізації параметрів моделі на основі дробових обчислень), (0,11 д. а.);

54. Вербова Х.М., **Манжула В.І.** Програмний інтелектуальний агент для бази даних поштового відділення, *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали III Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів,*

АСІТ'2013, Тернопіль: ТНЕУ, 2013, С. 205-206. (особистий внесок автора: запропоновано сервісно-орієнтовану архітектуру програмної системи на основі імплементації інтелектуального агента для бази даних поштового відділення), (0,11 д. а.);

55. Базурін О.С., **Манжула В.І.**, Костів Ю.В., *Методи машинного навчання в інженерії програмного забезпечення*, *Комп'ютерні інформаційні технології: матеріали школи–семінару молодих вчених і студентів*, СІТ'2019, Тернопіль, 29 листопада 2019, С. 4-5. (особистий внесок автора: критичний аналіз методів машинного навчання з точки зору дослідження характеристик статичних систем), (0,11 д. а.);

56. Заревений О.Р., **Манжула В.І.** *Метод та програмне забезпечення для автоматизації сортування письмової кореспонденції*, *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали III Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів*, АСІТ'2013, Тернопіль: ТНЕУ, 2013, С. 170-171. (особистий внесок автора: запропоновано сервісно-орієнтовану архітектуру програмної системи для автоматизації сортування письмової кореспонденції), (0,11 д. а.);

57. **Манжула В.І.**, Вишньовський І.Є. *Модифікований метод розв'язку ІСЛАР на основі задач ЛП*, *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали III Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених і студентів* АСІТ'2013, Тернопіль: ТНЕУ, 2013, С.39. (особистий внесок автора: проведено критичний аналіз методів побудови інтервальних моделей статичних систем), (0,11 д. а.);

58. **Манжула В.І.**, Ухіна С.Б. *Прототип конструктора складних типів на основі Java FX*, *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали V Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених та студентів*, АСІТ'2014, Тернопіль: ТНЕУ, 2014, С. 158. (особистий внесок автора: аналіз особливостей реалізації сервісно-орієнтованих архітектур програмних систем на основі Java FX), (0,11 д. а.);

59. **Манжула В.І.**, Стефанишин Х.І., Яковів В.І. *Математичне моделювання характеристик тренувального навантаження легкоатлетів*, *Комп'ютерні інформаційні технології: матеріали школи–семінару молодих вчених і студентів* СІТ'2019, Тернопіль, 29 листопада 2019, С. 15-17. (особистий внесок автора: постановка задачі моделювання характеристик тренувального навантаження легкоатлетів), (0,22 д. а.);

60. Кіцула В.І., Терлецький А.І., **Манжула В.І.** *Аналіз підходів до оцінювання якості програмних продуктів*, *Сучасні комп'ютерні інформаційні технології: матеріали V Всеукраїнської школи-семінару молодих вчених та студентів*, АСІТ'2015, Тернопіль: ТНЕУ, 2015, С. 136-137. (особистий внесок автора: аналіз підходів до оцінювання якості сервісно-орієнтованих архітектур програмних систем), (0,11 д. а.);

61. Кот О.О., **Манжула В.І.** *Інтелектуалізована бібліотека на основі стандарту WCAG (Web Content Accessibility Guidelines)*, *Комп'ютерні інформаційні технології: матеріали школи–семінару молодих вчених і студентів* СІТ'2023, 2023, Тернопіль: ЗУНУ, С. 45-47. (особистий внесок автора: оцінка

методів та алгоритмів забезпечення доступності сервісів в сервісно-орієнтованих систем), (0,11 д. а.);

Текст дисертаційної роботи пройшов перевірку на наявність текстових запозичень антиплагиатної системи Turnitin Similarity. За результатами перевірки, виявлено відсутність текстових запозичень без належного посилання на джерело та встановлено, що дисертаційна робота Манжули Володимира Івановича на тему «Методи та програмні засоби ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками» відповідає принципам академічної доброчесності.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи пройшли апробацію на міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, зокрема: “The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics”, CADSM (Львів-Поляна, 2015, 2017, 2023); “Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science”, TCSET (Львів-Славсько, 2012, 2018); “Обчислювальні проблеми електротехніки” СРЕЕ (Terchova-Vratna Dolina, Slovak Republic, 2014); “Advanced Computer Information Technologies” ACIT (Ceske Budejovice, Czech Republic, 2019; Deggendorf, Germany, 2020, 2021; Ruzomberok, Slovakia, 2022; Wrocław, Poland, 2023); “Artificial Intelligence for Sustainable Development” AISD (Ternopil, Ukraine, 2024); “Informatics and Data-Driven Medicine”, IDDM (Lyon, France, 2022), Всеукраїнських науково-технічних конференціях: “Сучасні комп’ютерні інформаційні технології” ACIT (Тернопіль, 2010-2017); “Комп’ютерні інформаційні технології” СІТ (Тернопіль, 2019-2023); “Інформаційні проблеми комп’ютерних систем, юриспруденції, економіки та моделювання” ПНМК (Бучач, 2008, 2009, Східниця, 2010, 2011),.

Оцінка мови та стилю дисертації. Зміст дисертації відповідає визначеним завданням дослідження, розкриває тему роботи і свідчить про її цілісність і завершеність. Дисертація написана діловою українською мовою, у ній простежується авторський стиль, матеріал викладено з дотриманням наукової фахової термінології.

Відповідність дисертації нормативно встановленим вимогам та можливість подання до захисту. Враховуючи актуальність теми дисертації, обґрунтованість отриманих результатів, наукову новизну, теоретичне та практичне значення дисертаційної роботи, повноту викладення матеріалів дисертації в наукових публікаціях, а також відповідність дисертації вимогам пунктів 7, 8, 9 «Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197, фаховий семінар рекомендує дисертаційну роботу Манжули Володимира Івановича на тему «Методи та програмні засоби ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками», яка подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук та відповідає паспорту спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи, прийняти до розгляду в спеціалізовану вчену раду Д 58.082.02 Західноукраїнського національного університету.

Рекомендація дисертації спеціалізованій вченій раді. У результаті розгляду дисертації Манжули Володимира Івановича на тему «Методи та програмні засоби ідентифікації інтервальних моделей статичних систем з нелінійними характеристиками» та повноти публікацій основних результатів дослідження

Ухвалили:

Рекомендувати спеціалізованій вченій раді Д 58.082.02 Західноукраїнського національного університету прийняти дисертаційну роботу до розгляду.

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри економічної
кібернетики та інформатики
Західноукраїнського
національного університету



Роман ПАСІЧНИК

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри кібербезпеки
Західноукраїнського
національного університету



Василь ЯЦКІВ

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри спеціалізованих
комп'ютерних систем
Західноукраїнського
національного університету



Наталія ВОЗНА