

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

РЕФЕРАТ РОБОТИ

**ІНФОРМАЦІЙНО-ОРІЄНТОВАНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ РИЗИКІВ
У ПРОДОВОЛЬЧІЙ ТА ЕКОЛОГІЧНІЙ БЕЗПЕЦІ НА ОСНОВІ
ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ**

ЛАКТИОНОВ Іван Сергійович – доктор технічних наук, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем НТУ «Дніпровська політехніка»

КАШТАН Віта Юріївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії НТУ «Дніпровська політехніка»

ДЯЧЕНКО Григорій Григорійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри електропривода НТУ «Дніпровська політехніка»

Актуальність роботи. В умовах воєнного стану в Україні значно актуалізуються питання забезпечення базових потреб населення та захисту національних інтересів держави. У цьому контексті одними з найбільш визначальних та наукомістких компонентів забезпечення національної безпеки є екологічна та продовольча складові. Адже надзвичайні ситуації, що відбуваються в природних і промислових екосистемах, обумовлюють катастрофічні та довготривалі наслідки соціального, економічного та демографічного характеру.

Згідно з актуальними даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, на сьогодні збитки, заподіяні забрудненню атмосферного повітря, ґрунтів і лісів внаслідок бойових дій, оцінюються в грошовому еквіваленті на рівні 2,2 трлн. грн. Зазначений негативний ефект обумовлює значне погіршення рівня національної екологічної безпеки. Через це виникають нові виклики у вітчизняній

сільськогосподарській (с/г) галузі, що безпосередньо визначає рівень продовольчої безпеки. Зменшення та забруднення територій с/г призначення внаслідок бойових дій негативно відображається на обсягах виробництва с/г продукції. За релевантними даними Всесвітньої продовольчої та сільськогосподарської організації (FAO) встановлено таке. У період до широкомасштабної військової агресії росії (2012 – 2021 рр.) динаміка основних показників провадження с/г діяльності в Україні, що обумовлює рівень національної продовольчої безпеки, корелює зі загальносвітовими показниками. Осереднені показники с/г діяльності в Україні в загальносвітовому масштабі становлять: за показником оброблюваних с/г площ – 1,59 % та за показником врожайності с/г культур – 1,63 %. Під час широкомасштабних військових дій на території України (починаючи з 2022 р.) показник оброблюваних с/г площ в Україні зменшився на 20,2 %. Показник врожайності с/г культур в Україні зменшився на 26,8 %. Перелічені факти свідчать про необхідність і нагальність розробки та впровадження дієвих механізмів зміцнення національної безпеки.

Світовий досвід доводить, що завдяки переходу від феноменологічної до інформаційно-орієнтованої моделі є можливим зменшення ризиків виникнення надзвичайних ситуацій у продовольчій та екологічній складових національної безпеки. Зазначений перехід може бути реалізований шляхом розробки і впровадження інформаційних, кіберфізичних та цифрових технологій з використанням штучного інтелекту. Цей підхід дозволяє адаптувати і використовувати на практиці інформаційно-орієнтовану модель планування дій і прийняття рішень на основі прогнозування ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру в продовольчій та екологічній безпеці. Передбачення ризиків у такій моделі реалізується на основі оперативного та достовірного збору та обробки вимірювальних даних у режимі реального часу. Це підвищує ефективність автоматичної підтримки прийняття управлінських рішень щодо планування і реалізації механізмів запобігання і нейтралізації

реальних та потенційних загроз національним інтересам.

Отже, розробка та впровадження інформаційних технологій, які базуються на засобах супутникового і наземного моніторингу та методах штучного інтелекту, є функціональною основою ефективної моделі зміцнення національної безпеки завдяки оперативному і достовірному виявленню реальних та потенційних загроз техногенного й природного характеру. Це сприяє збереженню та сталому розвитку вітчизняної промисловості, сільського господарства та інфраструктури, а також національної екосистеми у воєнний і повоєнний періоди.

Узагальнений зміст роботи. *Науково-прикладна проблема, у розрізі якої виконано дослідження*, полягає в розробці методологічних засад і системних програмно-апаратних рішень для реалізації інформаційно-орієнтованої моделі прогнозування ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру в продовольчій та екологічній безпеці України в умовах воєнного стану. Це досягається завдяки створенню та впровадженню інтелектуалізованої інформаційної технології предикативного моніторингу критичних параметрів природних і штучних екосистем та інфраструктурних об'єктів у реальному часі з підтримкою прийняття рішень. Розроблене програмно-технічне рішення інформаційної технології базується на засобах супутникового моніторингу і бездротових мережах сенсорів та методах машинного навчання і нечіткої логіки. Оцінка поточного і передбачуваного стану аналізованих об'єктів і процесів здійснюється програмними засобами обробки розподілених у часі й просторі вимірювальних даних на основі штучного інтелекту. Таким чином, використання розробленої технології дозволяє спланувати і реалізувати алгоритм запобігання та нейтралізації загроз національним інтересам.

Мета роботи полягає в науковому обґрунтуванні шляхів зміцнення національної продовольчої та екологічної безпеки завдяки розробці й впровадженню інтелектуалізованої інформаційної технології прогнозного моніторингу стану природних і штучних екосистем та інфраструктурних об'єктів.

Об'єкт дослідження: нестационарні процеси, що протікають у інформаційних технологіях автоматичної підтримки прийняття рішень із прогнозування ризиків у продовольчій та екологічній безпеці України.

Предмет дослідження: інтелектуалізовані методи та засоби реалізації інформаційно-орієнтованої моделі прогнозування ризиків у національній продовольчій та екологічній безпеці.

Методологія досліджень. Основу вирішення науково-прикладної проблеми й досягнення поставленої мети становить комплексний підхід із використанням методів: критичного аналізу та систематизації; синтезу структурно-алгоритмічного забезпечення інформаційних технологій; теорії ймовірності; математичної статистики; імітаційного і комп'ютерного моделювання; нечіткої логіки; машинного навчання; планування експерименту; супутникового зондування; Інтернету речей; Industry 4.0; експериментальних досліджень інформаційних технологій у лабораторних і польових умовах.

Принцип розгортання і функціонування розробленої моделі. Технологічним базисом інформаційно-орієнтованої моделі є апаратно-програмні засоби систем супутникового моніторингу і бездротові наземні мережі давачів. Вимірювальні дані (фізико-хімічні параметри природних середовищ і техніко-функціональні показники штучних екосистем та інфраструктурних об'єктів) з таких систем агрегуються і комплексно обробляються програмними засобами на основі штучного інтелекту з метою встановлення поточного і прогнозованого стану аналізованих середовищ і об'єктів. До аналізованих у цій роботі природних екосистем належать с/г об'єкти рослинництва відкритого ґрунту та лісові покриви, до штучних екосистем – с/г об'єкти рослинництва захищеного ґрунту, до інфраструктурних об'єктів – гідроелектростанції, теплові електростанції та промислові комплекси і споруди. Оброблені дані у вигляді інформації про ґрунтокліматичний стан с/г територій, стан посівів с/г культур та потенційні екологічні загрози використовуються під час прийняття рішень із попередження та

нейтралізації загроз у сфері національної продовольчої та екологічної безпеки.

Застосований підхід. В основу розробки покладено підхід, що ґрунтується на комплексному вирішенні проблеми створення і практичного використання інтелектуалізованих інформаційних технологій. Під час розробки і дослідження програмно-апаратного забезпечення інформаційно-орієнтованої моделі прогнозування ризиків у сферах національної продовольчої та екологічної безпеки враховано сьогоденні досягнення в галузях Інтернету речей, Industry 4.0, супутникового моніторингу, аналізу великих даних, нейронних мереж, нечіткої логіки і машинного навчання. Розроблене програмно-технічне забезпечення передбачає архітектурну інтеграцію запропонованих методів і засобів побудови фізичного, мережевого і програмно-обчислювального рівнів до єдиної інформаційної технології. Ключовою відмінністю від відомих на сьогоднішній день технологій є те, що не передбачається принципова зміна архітектури використовуваних на сьогоднішній день апаратних засобів моніторингу (супутниковий і бездротовий наземний). Ця робота спрямована на розширення їх функціональних можливостей шляхом впровадження багатозонального інтелектуального моніторингу з подальшою предикативною програмною трансформацією даних відповідно до подальшого логічного викладу:

- агрегація розподілених у часі й просторі даних щодо критичних параметрів природних і штучних екосистем та інфраструктурних об'єктів;
- комплексна програмна обробка на основі штучного інтелекту;
- отримання інформації щодо поточного і прогнозованого стану природних і штучних екосистем та інфраструктурних об'єктів;
- оцінка поточних і прогнозованих індикативних показників виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру;
- автоматична підтримка прийняття рішень із запобігання й нейтралізації загроз національним інтересам у сферах продовольчої та екологічної безпеки.

Упровадження цієї моделі дозволяє на практиці реалізувати алгоритм дій зі

зміцнення продовольчої та екологічної безпеки в умовах воєнного стану.

Основні науково-прикладні результати та їх новизна:

1. Розроблено і досліджено програмно-алгоритмічне забезпечення та комп'ютерні моделі підвищення ефективності вилучення деталей текстур і просторових залежностей з аерокосмічних знімків. На відміну від відомих розробок, враховано локальну та нелокальну інформацію зі супутникових знімків Sentinel-2 на основі згорткової нейронної мережі. Це підвищило інформативність віддаленого моніторингу стану екосистем та інфраструктурних об'єктів, що впливають на рівень екологічної безпеки.

2. Створено метод підвищення точності виявлення пошкоджень інфраструктурних об'єктів у зонах бойових дій на основі неконтрольованого машинного навчання на цифрових зображеннях. Порівняно з традиційними DBSCAN, PCA та K-середніх, запропонований метод досягає точності 98,1 %, що дозволяє підвищити ефективність і оперативність планування управлінських дій із ліквідації наслідків руйнувань промислових споруд і комплексів.

3. Програмно реалізовано геоінформаційну модель прогнозування затоплення території Середньодніпровської ГЕС в умовах воєнного стану та запропоновано комп'ютеризовану методику розрахунку глибини затоплення. Під час досліджень враховано показник віддалення від Середньодніпровської ГЕС на основі алгоритмів розрахунку висоти хвилі прориву та половинного ділення площі перерізу русла ріки.

4. Розроблено комп'ютерну модель оперативного картографування порушень лісового покриву (згарищ), яка відрізняється від існуючих тим, що враховано спектральні та геометричні ознаки об'єктів на основі згорткових нейронних мереж. Ефективність моделі підтверджена відсотком правильно ідентифікованих вигорілих ділянок: становить від 92 % до 96 %. Це дозволило автоматично розпізнавати і аналізувати площі вигорілого лісового покриву на супутникових знімках з високою просторовою роздільною здатністю.

5. Досліджено і програмно реалізовано комп'ютеризовану методику пошуку та оцінки островів тепла на цифрових космічних знімках. У порівнянні з відомими, розроблена методика дозволяє на основі аналізу різночасових карт температури виявляти стабільні в часі ділянки теплового забруднення, потенційно небезпечні для населення прилеглих територій.

6. Розроблено і впроваджено програмно-апаратне забезпечення інформаційної технології моніторингу вірогідності виникнення хвороб стратегічних агрокультур під час повного циклу їх вирощування в умовах відкритого ґрунту, що формують основу продовольчої безпеки та експортного потенціалу України. На відміну від відомих технологій, під час розробки кіберфізичних рішень мережевої агрегації та інтелектуальної трансформації ґрунтокліматичних параметрів враховано типи зернових культур, їх періоди вегетації та специфічні для агрокліматичних умов України хвороби. Середнє значення відносної невизначеності прогнозування змінюється в діапазоні від $\pm 3,5\%$ до $\pm 5\%$ в залежності від діагностованих хвороб зернових культур. Це дозволяє підвищити рівень національної продовольчої безпеки завдяки покращенню стресостійкості польових культур до дестабілізуючих факторів.

7. Обґрунтовано методи і створено засоби підвищення ефективності й інформативності моніторингу та керування виробничими процесами промислових екосистем галузі рослинництва захищеного ґрунту. Цей ефект досягнуто завдяки дослідженню структурно-функціональної організації та практичній реалізації програмно-апаратних рішень комплексного збору, інтелектуалізованої обробки та надійного мережевого обміну вимірювальними даними з підтримкою прийняття рішень. Це дозволяє підвищити стійкість національної продовольчої безпеки до дестабілізуючих факторів завдяки впровадженню інноваційних рішень моніторингу й керування агротехнічними процесами і ресурсами.

8. Створено дослідний зразок кіберфізичної технології дистанційного моніторингу та керування мехатронними модулями інфраструктурних об'єктів і

промислових екосистем на основі концептуальних засад Інтернету речей та Industry 4.0. Ця розробка дозволяє на ранніх етапах проєктування оптимізувати техніко-функціональні характеристики програмно-технічного забезпечення моніторингу та керування технологічними процесами с/г галузі.

Об'єктивність і обґрунтованість отриманих результатів. Основні результати роботи отримано під час експериментальних (лабораторні й польові випробування) і теоретичних досліджень, які є взаємно доповнюваними і уточнюваними. Під час проведення експериментальних досліджень використано розроблені авторами лабораторні зразки функціональних вузлів інформаційної технології та сертифіковане контрольно-вимірювальне обладнання. Також застосовано спеціалізовані пакети прикладних програм для розробки і тестування програмних компонент та комп'ютерних моделей досліджуваної технології. Під час теоретичних досліджень використано загально визнані світовою наукою положення теорії математичного, структурного й інформаційного моделювання. Отримані результати є апробованими під час виконання науково-дослідних робіт за державним і господарським замовленням, а також міжнародних проєктів.

Соціально-економічний ефект полягає у створенні вітчизняного ІТ-продукту, що за своїми техніко-функціональними характеристиками є конкурентоспроможним на світовому рівні. Зазначений ІТ-продукт представлений у вигляді програмно-апаратного забезпечення інформаційної технології комплексного предикативного моніторингу стану штучних і природних екосистем та інфраструктурних об'єктів із автоматичною підтримкою прийняття рішень. Ця розробка призначена для обґрунтування і практичної реалізації механізмів зміцнення продовольчої та екологічної складових національної безпеки завдяки прогнозуванню ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. Все це є основою захисту та інноваційного розвитку вітчизняної промисловості, сільського господарства та інфраструктури, а також природної екосистеми у період воєнного часу та повоєнного відновлення.

Масштаби впровадження і використання. Основні результати впроваджено до виробничих потужностей НААН України та міжнародного науково-дослідного центру кіберфізичних технологій (НТУ «Дніпровська політехніка», Університет Ройтлінгену).

Патентна захищеність. Апаратно-програмні компоненти та способи їх функціонування в загальній архітектурі інформаційної технології є запатентованими: патент на винахід (Україна) «Спосіб визначення коефіцієнтів статичної характеристики перетворення параметричних датчиків температури»; патент на винахід (Україна) «Спосіб адаптивного освітлення тепличних культур у спорудах захищеного ґрунту»; патент на винахід (Україна) «Спосіб вимірювання концентрації газів»; патент на корисну модель (Україна) «Спосіб визначення коефіцієнтів статичної характеристики перетворення параметричних датчиків температури»; патент на корисну модель (Україна) «Спосіб адаптивного освітлення тепличних культур у спорудах захищеного ґрунту».

Кількість і тип публікацій: 1 колективна монографія в українському виданні, 1 розділ колективної монографії в закордонному виданні (індексовано в наукометричній базі Scopus), 2 навчальних посібники, 43 статті (у т.ч. 20 – індексовано в наукометричних базах Scopus / Web of Science), 7 матеріалів конференцій у виданнях Scopus / Web of Science, 6 одноосібних тез доповідей, 3 патенти України на винахід і 2 патенти на корисну модель.

Робота є практично-орієнтованою та апробованою в лабораторних і реальних умовах. Ця робота подається вперше на конкурс зі здобуття премії Президента України для молодих учених, а також не подавалась до участі в інших конкурсах.

Автори:



Іван ЛАКТИОНОВ

Віта КАШТАН

Григорій ДЯЧЕНКО

Перелік наукових публікацій роботи, висунутих на присудження Премії

№ з/п	Назва публікації	Вихідні дані / реквізити публікації	Авторський доробок (кількісні показники)
1	2	3	4
I. Монографії/ підручники/ посібники/ методики/			
1	Програмування комп'ютерних систем мовою Python. Частина 1: навч. наоч. посіб. [Електрон. дані]	Програмування комп'ютерних систем мовою Python. Частина 1 : навч. наоч. посіб. [Електрон. дані] / Каштан В.Ю., Гнатушенко В.В., Сущевський Д.В., Обиденний Є.О. Дніпро: НТУ «ДП», 2024. 189 с. 6,2 у.д.а. Надано гриф «Рекомендовано Вченою радою НТУ «Дніпровська політехніка» як навчальний наочний посібник для здобувачів ступеня бакалавра спеціальностей 123 Комп'ютерна інженерія, 126 Інформаційні системи та технології (протокол ВР № 4 від 20.03.2024 р.). URL: do.nmu.org.ua/enrol/index.php?id=3766	3 у.д.а.
2	Комп'ютерні мережі (частина 1): навч. наоч. посіб. [Електрон. дані]	Каштан В.Ю. Комп'ютерні мережі (частина 1): навч. наоч. посіб. [Електрон. дані]. Дніпро: НТУ «ДП», 2023. 371 с. 12,3 у.д.а. Надано гриф «Затверджено до видання Вченою радою НТУ «Дніпровська політехніка» як навчальний наочний посібник для здобувачів ступеня бакалавра спеціальностей 123 Комп'ютерна інженерія, 126 Інформаційні системи та технології (протокол ВР № 9 від 21.09.2023 р.). URL: https://online.flipbuilder.com/elymo/hvmx/ .	12,3 у.д.а.
3	Deep Learning Technology for Automatic Burned Area Extraction Using Satellite High Spatial Resolution Images	Kashtan V., Hnatushenko V. Deep Learning Technology for Automatic Burned Area Extraction Using Satellite High Spatial Resolution Images. Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. ISDMCI 2022. Advances in Intelligent Systems and Computing / Babichev, S., Lytvynenko, V. (eds). Springer, Cham, 2023. Vol. 1246. P. 664–685. 1,4 у.д.а. (Scopus) https://doi.org/10.1007/978-3-031-16203-9_37 . Print ISBN 978-3-031-16202-2. Online ISBN 978-3-031-16203-9 Дата публікації: січень 2023 р.	0,7 у.д.а.
4	Комп'ютерно-інтегрований моніторинг та керування в промислових теплицях: поточні результати і перспективи досліджень: монографія	Вовна О.В., Лактіонов І.С., Лебедев В.А. Комп'ютерно-інтегрований моніторинг та керування в промислових теплицях: поточні результати і перспективи досліджень: монографія. Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. 255 с.: іл. 93, табл. 48. Бібліогр. 246. 14,8 у.д.а ISBN 978-966-377-231-8.	5 у.д.а.

№ з/п	Назва	Вихідні дані / реквізити публікації	Співавтори
1	2	3	4
II. Статті в журналах, включених до категорії "А" Переліку наукових фахових видань України та у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus			
1	Machine learning for automatic extraction of water bodies using Sentinel-2 imagery	The scientific journal «Radio Electronics, Computer Science, Control». 2024. №1 (68). P.118–127. (WoS) doi.org/10.15588/1607-3274-2024-1-11 Дата публікації: січень 2024 р.	<u>Kashtan V.Yu.</u> , Hnatushenko V.V.
2	Automated Building Damage Detection on Digital Imagery Using Machine Learning	Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2023. № 6. P. 134–140. (Scopus) doi.org/10.33271/nvngu/2023-6/134 Дата публікації: грудень 2023 р.	<u>Kashtan V.Yu.</u> , Hnatushenko V.V.
3	A novel approach to intelligent monitoring of gas composition and light mode of greenhouse crop growing zone on the basis of fuzzy modelling and human-in-the-loop techniques	Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2023. Vol. 126 (Part B), P. 1–21. (WoS, Scopus) doi.org/10.1016/j.engappai.2023.106938 Дата публікації: листопад 2023 р.	<u>Laktionov I.</u> , <u>Rutkowski L.</u> , Vovna O., Byrski A., Kabanets M.
4	An Explainable AI Approach to Agrotechnical Monitoring and Crop Diseases Prediction in Dnipro Region of Ukraine	Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research. 2023. Vol. 13 (4). P. 247–272. (WoS, Scopus) doi.org/10.2478/jaiscr-2023-0018 Дата публікації: жовтень 2023 р.	<u>Laktionov I.</u> , <u>Diachenko G.</u> , Rutkowska D., Kisiel-Dorohinicki M.
5	Computer-Oriented Model for Network Aggregation of Measurement Data in IoT Monitoring of Soil and Climatic Parameters of Agricultural Crop Production Enterprises	Baltic Journal of Modern Computing. 2023. Vol. 11 (3). P. 500–522. (WoS, Scopus) doi.org/10.22364/bjmc.2023.11.3.09 Дата публікації: вересень 2023 р.	<u>Laktionov I.</u> , <u>Diachenko G.</u> , Koval V., Yevstratiev M.
6	Computer-Oriented Method of Adaptive Monitoring and Control of Temperature and Humidity Mode of Greenhouse Production	Baltic Journal Modern Computing. 2023. Vol. 11 (1). P. 202–225. (WoS, Scopus) doi.org/10.22364/bjmc.2023.11.1.12 Дата публікації: березень 2023 р.	<u>Laktionov I.</u> , Vovna O., Kabanets M.

1	2	3	4
7	Information Technology for Comprehensive Monitoring and Control of the Microclimate in Industrial Greenhouses Based on Fuzzy Logic	Journal of Artificial Intelligence and Soft Computing Research. 2023. Vol. 13 (1). P. 19–35. (WoS, Scopus) doi.org/10.2478/jaiscr-2023-0002 Дата публікації: січень 2023 р.	<u>Laktionov I.</u> , Vovna O., Kabanets M.
8	Computer modeling of territory flooding in the event of an emergency at Seredniodniprovska Hydroelectric Power Plant	Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2022. № 6. P. 158–163. (Scopus) doi.org/10.33271/nvngu/2022-6/123	Ivanov D.V., Hnatushenko V.V., <u>Kashtan V.Yu.</u> , Garkusha I.M.
9	Methods of improving technical and functional characteristics of serial budget microprocessor platforms	Journal European des Systemes Automatises. 2022. Vol. 55 (1). P. 81–88. (Scopus) doi.org/10.18280/jesa.550108	Lebediev V.A., <u>Laktionov I.S.</u> , Vovna O.V., Kabanets M.M., Sahaida P.I., Dobrovolska L. O.
10	Information model of the computer-integrated technology for wireless monitoring of the state of microclimate of industrial agricultural greenhouses	Instrumentation Mesure Metrologie. 2021. Vol. 20 (6). P. 289 – 300. (Scopus) doi.org/10.18280/i2m.200601	<u>Laktionov I.S.</u> , Vovna O.V., Kabanets M.M., Sheina H.O., Getman I.A.
11	Automated pansharpening information technology of satellite images	The scientific journal «Radio Electronics, Computer Science, Control». 2021. № 2 (57). P. 123–133. (WoS) doi.org/10.15588/1607-3274-2021-2-13	<u>Kashtan V.Yu.</u> , Hnatushenko V.V.
12	Computer-Integrated Device for Acidity Measurement Monitoring in Greenhouse Conditions with Compensation of Destabilizing Factors	Instrumentation Mesure Metrologie. 2020. Vol. 19 (4). P. 243 – 253. (Scopus) doi.org/10.18280/i2m.190401	<u>Laktionov I.S.</u> , Vovna O.V., Kabanets M.M., Getman I.A., Zolotarova O.V.
13	Mathematical Model of Measuring Monitoring and Temperature Control of Growing Vegetables in Greenhouses	International Journal of Design & Nature and Ecodynamics. 2020. Vol. 15 (3). P. 325 – 336. (Scopus) doi.org/10.18280/ijdne.150306	<u>Laktionov I.S.</u> , Vovna O.V., Kabanets M.M., Derzhevetska M .A., Zori A.A.

1	2	3	4
14	Rationale for the structural and algorithmic organization of a computerized monitoring and control system for greenhouse microclimate using the scale transformation method	International Journal Bioautomation. 2020. Vol. 24 (1). P. 51–64. (WoS, Scopus) doi.org/10.7546/ijba.2020.24.1.000612	<u>Laktionov I.</u> , Vovna O., Bondarenko V., Zori A., Lebediev V.
15	Study of Metrological Characteristics of Low-Cost Digital Temperature Sensors for Greenhouse Conditions	Serbian Journal of Electrical Engineering. 2020. Vol. 17 (1). P.1–20. (Scopus) doi.org/10.2298/SJEE2001001V	Vovna O.V., <u>Laktionov I.S.</u> , Koyfman O.O., Stashkevych I.I, Lebediev V.A.
16	Evaluation of metrological characteristics of a computerized conductivity meter of irrigation solution based on the uncertainty theory	Journal Europeen des Systemes Automatises. 2019. Vol. 52 (4). P. 333–340. (Scopus) doi.org/10.18280/jesa.520401	Vovna O.V., <u>Laktionov I.S.</u> , Dobrovolska L. O., Kabanets M.M., Lebediev V.A.
17	Optimized Calibration Method for Analog Parametric Temperature Sensors	Instrumentation Mesure Metrologie. 2019. Vol. 18 (6). P. 517–526. (Scopus) doi.org/10.18280/i2m.180602	Vovna O., <u>Laktionov I.</u> , Andrieieva A., Petelin E., Shtepa O., Laktionova H.
18	Results of experimental research on computerized intellectual monitoring means of effective greenhouse illumination	International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems. 2019. Vol. 12 (1). P. 1–19. (WoS, Scopus) doi.org/10.21307/ijssis-2018-030	<u>Laktionov I.</u> , Vovna O., Getman I., Maryna A., Lebediev V.
19	Improved Computer-Oriented Method for Processing of Measurement Information on Greenhouse Microclimate	International Journal Bioautomation. 2019. Vol. 23 (1). P. 71–86. (WoS, Scopus) doi.org/10.7546/ijba.2019.23.1.71-86	<u>Laktionov I.S.</u> , Vovna O.V., Bashkov Y.O., Zori A.A., Lebediev V.A.
20	Pansharpening technology of high resolution multispectral and panchromatic satellite images	Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. 2015. № 4 (148). P. 91–98. (Scopus) URL: nvngu.in.ua/index.php/en/archive/on-the-issues/1091-2015/contents-no-4-2015/information-technologies-systems-analysis-and-administration/3109-pansharpening-technology-of-high-resolution-multispectral-and-panchromatic-satellite-images	Hnatushenko V. V., <u>Shevchenko</u> (<u>Kahtan</u>) V.Yu., Hnatushenko Vi k.V., Kavats O.O.

III. Статті у наукових виданнях, включених до категорії "Б" Переліку наукових фахових видань України

1	2	3	4
1	Інформаційна технологія попередньої обробки супутникових зображень використанням згорткової нейронної мережі 3	Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових робіт. Дніпро, 2024. Вип. 1 (150). С. 36–50. doi.org/10.34185/1562-9945-1-150-2024-04 Дата публікації: січень 2024 р.	<u>Каштан В.Ю., Шевцова О.С.</u>
2	Substantiation of requirements for the structural and algorithmic organization of an IoT monitoring system for soil and climate parameters in agricultural crop enterprises	Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security. Dnipro, 2023, Vol. 4. P. 32–39. doi.org/10.32782/IT/2023-4-4 Дата публікації: грудень 2023 р.	<u>Laktionov I., Zhabko O., Diachenko G., Prokopenko M.</u>
3	Нейромережеве розпізнавання об'єктів за будови на аерофотознімках	Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security. Дніпро, 2023. Вип. 1. С. 30–39. doi.org/10.32782/IT/2023-1-5 Дата публікації: червень 2023 р.	<u>Каштан В.Ю., Гнатушенко В.В., Удовик І.М., Шевцова О.С.</u>
4	Пошук та оцінка островів тепла на цифрових космічних знімках	Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. Дніпро, 2023. № 3(146). С. 87–98. doi.org/10.34185/1562-9945-3-146-2023-09 Дата публікації: травень 2023 р.	<u>Каштан В.Ю., Сергеева К.Л., Коробко О.В., Іванов Д.В.</u>
5	Information technology for detecting forest fire contours using optical Satellite data	Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. Дніпро, 2023. Вип. 1 (144). С. 3–12. doi.org/10.34185/1562-9945-1-144-2023-01 Дата публікації: січень 2023 р.	<u>Kashtan V.Yu., Hnatushenko V.V.</u>
6	Обґрунтування вимог до структурно-алгоритмічної організації IoT-технології моніторингу концентрацій парникових газів	Information Technology: Computer Science, Software Engineering and Cyber Security. Дніпро, 2022. Вип. 2. С. 41–51. doi.org/10.32782/IT/2022-2-5	<u>Лактіонов І.С., Жабко О.С.</u>
7	Програмно-апаратне забезпечення комп'ютерно-інтегрованої системи контролю і керування вологістю тепличного ґрунту на базі нечіткої логіки	Науково-виробничий журнал «Електромеханічні і енергозберігаючі системи». Кременчук, 2021. № 4 (56). С. 68–79. doi.org/10.30929/2072-2052.2021.4.56.68-79	<u>Лактіонов І.С., Вовна О.В., Бережний М.О.</u>

1	2	3	4
8	Результати розробки і тестування комп'ютерно-інтегрованої технології керування штучним доосвітленням теплиць	Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки». Хмельницький, 2021. № 6 (303). С. 201–206. doi.org/10.31891/2307-5732-2021-303-6-201-206	<u>Лактіонов І.С.</u> , Вовна О.В., Боричевський В.В.
9	Аналіз та порівняння комп'ютерно-інтегрованих технологій моніторингу стану посівів за критерієм комплексності та інформативності обліку факторів ефективності вирощування с/г культур	Науковий вісник ДонНТУ. Покровськ, 2021. № 1 (6) – 2 (7). С. 83–92. doi.org/10.31474/2415-7902-2021-1(6)-2(7)-83-92	Лебедев В.А., <u>Лактіонов І.С.</u>
10	Видалення тіней на цифрових космічних знімках на основі вейвлет-перетворення	Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. Дніпро, 2020. Вип. 5 (130). С. 88–101. doi.org/10.34185/1562-9945-5-130-2020-11	<u>Каштан В.Ю.</u> , Гнатушенко В.В.
11	Дослідження ефективності методів злиття супутникових знімків високого просторового розрізнення	Прикладні питання математичного моделювання. Херсон, 2020. Том 3, № 2.1. С. 117–127. doi.org/10.32782/KNTU2618-0340/2020.3.2-1.11	<u>Каштан В.Ю.</u> , Гнатушенко В.В.
12	Результати розробки та дослідження комп'ютеризованої системи моніторингу кліматичних параметрів для сільськогосподарських об'єктів	Технічна інженерія. Житомир, 2020. № 1 (85). С. 165–170. doi.org/10.26642/ten-2020-1(85)-165-170	<u>Лактіонов І.С.</u> , Вовна О.В., Лебедев В.А., Лактіонова Г.А.
13	Інформаційно-вимірвальна система моніторингу й керування автоматичним поливом рослин у теплицях на базі нечіткої логіки	Перспективні технології та прилади. Луцьк, 2020. № 16. С. 6–13. doi.org/10.36910/6775-2313-5352-2020-16-1	Бережний М.О., <u>Лактіонов І.С.</u> , Лебедев В.А.

1	2	3	4
14	Контурна сегментація цифрових супутникових знімків з використанням особливих точок вейвлет-перетворення	Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових робіт. Дніпро, 2019. Вип. 1 (120). С. 3–11. URL: https://journals.nmetau.edu.ua/index.php/st/article/view/431	<u>Каштан В.Ю.</u> , Гнатушенко В.В.
15	Обґрунтування плану експериментальних досліджень комп'ютеризованої системи моніторингу та керування зволоженням тепличних культур	Наукові праці ДонНТУ. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Покровськ, 2019. № 1(32)' 2019. С. 103–113. doi.org/10.31474/2075-4272-2019-1-32-103-113	<u>Лактіонов І.С.</u> , Лебедєв В.А., Лактіонова Г.А., Бережний М.О.
16	Розробка комп'ютеризованої системи віддаленого радіомоніторингу кліматичних параметрів під час вирощування зернових культур	Наукові праці ДонНТУ. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Покровськ, 2019. № 1(32)' 2019. С. 121–129. doi.org/10.31474/2075-4272-2019-1-32-121-129	<u>Лактіонов І.С.</u> , Петелін Е.А., Лебедєв В.А., Михайловський С.В.
17	Комп'ютеризована система комплексного моніторингу й керування мікрокліматом промислових теплиць на базі нечіткої логіки	Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Кременчук, 2019. № 3 (116). С. 120–129. doi.org/10.30929/1995-0519.2019.3.120-129	<u>Лактіонов І.С.</u> , Вовна О.В., Бережний М.О., Лебедєв В.А.
18	Технологія геометричної та спектральної корекцій оптико-електронних космічних знімків	Вісник ХНТУ. Херсон, 2017. № 3 (62). С. 286–291.	<u>Каштан В.Ю.</u> , Гнатушенко В.В.
19	Інформаційна технологія підвищення інформативності багатоканальних даних на основі пакетних вейвлет-перетворень	Науковий журнал «Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво». Луцьк, 2016. С. 77–83. URL: cit-journal.com.ua/index.php/cit/issue/view/20	<u>Каштан В.Ю.</u> , Гнатушенко В.В.

1	2	3	4
20	Підвищення просторового розрізнення багатоканальних аерокосмічних зображень високого простороого розрізнення на основі гіперсферичного перетворення	Науковий журнал Запорізького національного технічного університету, радіоелектроніка, інформатика, управління. Запоріжжя, 2015. №1 (32). С.73–79. URL: irbis-nbuu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuu/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=riu_2015_1_12	<u>Шевченко (Каштан) В.Ю.</u> , Гнатушенко В.В., Кавац О.О.
21	Підвищення чіткості об'єктів сцени мультиспектрального зображення на основі гіперсферичного перетворення	Науковий вісник Кременчуцького університету економіки, інформаційних технологій і управління. Кременчук, 2014. № 3–4 (45–46). С. 52–57. (Друковане видання)	<u>Шевченко (Каштан) В.Ю.</u> , Гнатушенко В.В., Кавац О.О., Чушина Б.О.
22	Злиття аерокосмічних зображень високого просторового розрізнення на основі HSV-перетворення та вейвлет-декомпозиції	Вісник ХНТУ. Херсон, 2014. № 3 (50). С. 100–105. doi.org/10.15588/1607-3274-2015-1-10	Гнатушенко В.В., Кавац О.О., <u>Шевченко (Каштан) В.Ю.</u>
23	Технологія підвищення просторового розрізнення багатоканальних зображень на основі синтезу відомих перетворень	Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць. Мелітополь, 2014. Вип. 3. С. 43–48. URL: http://www.irbis-nbuu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuu/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=cpm_2014_3_10	Гнатушенко В.В., <u>Шевченко (Каштан) В.Ю.</u> , Загородня Л.С.

IV. Виключно одноосібні статті в інших (ніж зазначені у пунктах III і IV) галузевих виданнях за темою роботи

–	–	–
---	---	---

V. Тези доповідей (одноосібні) та матеріали конференції, що індексовані в наукометричних базах Web of Science Core Collection та/або Scopus

1	2	3
1	Структурно-алгоритмічне забезпечення IoT-технології агротехнічного моніторингу	Автор: <u>Лактіонов І.С.</u> «Наукова весна» 2023: матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, 1–3 бер. 2023 р.: тези доп. Дніпро, 2023. С. 181–182.
2	Mathematical model and method for diagnosing the operability of information and control systems	Authors: Syrotkina O., Kobti Z., Aleksieiev M., Moroz B., Udovyyk I., <u>Diachenko G.</u> 2022 12th International Conference on Advanced Computer Information Technologies (ACIT), 26–28 Sept. 2022. Ruzomberok, 2022. P. 49–52. (Scopus) doi.org/10.1109/ACIT54803.2022.9913102

1	2	3
3	Автоматизована технологія моніторингу сільськогосподарських культур на основі бездротових датчиків мережі netduino 3.	Автор: <u>Каштан В.Ю.</u> XII Всеукраїнська конференція аспірантів та молодих вчених «Наукова весна»: матеріали XII Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, 23–24 трав. 2022 р.: тези доп. Дніпро, 2022. С. 163–164.
4	Information Technology Analysis of Satellite Data for Land Irrigation Monitoring	Authors: <u>Kashtan V.Yu.</u> , Hnatushenko V.V., Zhir S. 2021 IEEE International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo), Nov. 29 – Dec. 3, 2021. Kyiv, 2021. P. 12–15. (Scopus) doi.org/10.1109/UkrMiCo52950.2021.9716592
5	Voxel Approach to the Shadow Formation Process in Image Analysis	Authors: <u>Kashtan V.</u> , Hnatushenko V., Hnatushenko Vik., Reuta O., Udovyk I. The 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAASC), 22–25 Sept., 2021. Cracow, 2021. P. 33–37. (Scopus) doi.org/10.1109/IDAACS53288.2021.9660909
6	A Wavelet and HSV Pansharpening Technology of High Resolution Satellite Images	Authors: <u>Kashtan V.Yu.</u> , Hnatushenko V.V. Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security IntellTSIS 2020, June 10–12, 2020. Khmelnytskyi, 2020. P. 67–76. (Scopus) URL: https://api.semanticscholar.org/CorpusID:220282268
7	Аналіз спектральних складових космічного апарату Wordview-3	Автор: <u>Каштан В.Ю.</u> Міжнародна наукова інтернет-конференція «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення», 05 лют. 2019 р.: тези доп. Тернопіль, 2019. С. 14–16.
8	Виділення точок інтересу на багатоспектральних зображеннях високого просторового розрізнення на основі вейвлет-перетворення	Автор: <u>Каштан В.Ю.</u> VI всеукраїнська науково-практична конференція молодих науковців «Інформаційні технології-2019», 16 трав. 2019 р.: тези доп. Київ, 2019. С. 43–44.
9	Results of Researches of Metrological Characteristics of Analog Temperature Sensors	Authors: <u>Laktionov I.</u> , Lebediev V., Vovna O., Zolotarova O., Sukach S. 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES), 23–25 Sept. 2019. Kremenchuk, 2019. P. 478–481. (Scopus) doi.org/10.1109/MEES.2019.8896378
10	Computer technology of high resolution satellite image processing based on packet wavelet transform.	Authors: <u>Kashtan V.Yu.</u> , Hnatushenko V.V. International Workshop on Conflict Management in Global Information Networks CMiGIN 2019, Nov. 29, 2019. Lviv, 2019. P. 370–380. (Scopus) URL: api.semanticscholar.org/CorpusID:216072247
11	Computer technology digital satellite images of different resolution	Автор: <u>Kashtan V.Yu.</u> Міжнародна наукова інтернет-конференція «Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення», 13 лист. 2018 р.: тези доп. Тернопіль, 2018. С. 114–116.

1	2	3	
12	Processing technology of multispectral remote sensing images	Authors: <u>Kahtan V.Yu.</u> , <u>Shedlovska Y.I.</u> , <u>Hnatushenko V.V.</u> . International Young Scientists Forum on Applied Physics: Proceedings, Oct. 16–20, 2017. Lviv, 2017. P. 355–358. (Scopus) doi.org/10.1109/YSF.2017.8126647	
13	Технологія корегістрації різночасових цифрових просторових даних дистанційного зондування Землі на основі вейвлет-перетворення	Автор: <u>Шевченко (Каштан) В.Ю.</u> . Міжнародна науково-практична конференція «Передові методи обробки та аналізу космічної інформації»: тези доп. Дніпропетровськ, 2015. С. 86–89.	
VI. Патенти України або інших країн на винахід, щодо яких претенденти є авторами/співавторами або власниками/співвласниками			
1	Спосіб визначення коефіцієнтів статичної характеристики перетворення параметричних датчиків температури	Автори: <u>Вовна О.В.</u> , <u>Лактіонов І.С.</u> , <u>Лактіонова Г.А.</u> , <u>Лебедев В.А.</u> , <u>Петелін Е.А.</u> , <u>Штепа О.А.</u> . Патент на винахід (Україна): пат. UA 124950 C2 Україна: МПК (2006) G01K 15/00 G01K 7/00. № а 202000803; заявл. 10.02.2020; опубл. 15.12.2021, Бюл. № 50. 9 с.	
2	Спосіб адаптивного освітлення тепличних культур у спорудах захищеного ґрунту	Автори: <u>Вовна О.В.</u> , <u>Лактіонов І.С.</u> , <u>Лактіонова Г.А.</u> , <u>Лебедев В.А.</u> , <u>Петелін Е.А.</u> , <u>Штепа О.А.</u> . Патент на винахід (Україна): пат. UA 126034 C2 Україна: МПК A01G 9/20 (2006.01) A01G 9/26 (2006.01). № а 202002532; заявл. 22.04.2020; опубл. 03.08.2022, Бюл. № 31. 8 с.	
3	Спосіб вимірювання концентрації газів	Автори: <u>Вовна О.В.</u> , <u>Зорі А.А.</u> , <u>Башков Є.О.</u> , <u>Лактіонов І.С.</u> . Патент на винахід (Україна): пат. UA 21073 C2 Україна: МПК G01N 21/00 G01N 21/31 (2006.01) G01N 21/35 (2014.01). № а 201806817; заявл. 15.06.2018; опубл. 25.03.2020, Бюл. № 6. 8 с.	
VII. Патенти на корисну модель України, промисловий зразок чи інших отриманих охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності			
1	Спосіб адаптивного освітлення тепличних культур у спорудах захищеного ґрунту	Автори: <u>Вовна О.В.</u> , <u>Лактіонов І.С.</u> , <u>Лактіонова Г.А.</u> , <u>Лебедев В.А.</u> , <u>Петелін Е.А.</u> , <u>Штепа О.А.</u> . Патент на корисну модель (Україна): пат. 144556 U Україна: МПК A01G 9/20, A01G 9/26. № у 202002517; заявл. 22.04.2020; опубл. 12.10.2020, Бюл. № 19. 8 с.	
2	Спосіб визначення коефіцієнтів статичної характеристики перетворення параметричних датчиків температури	Автори: <u>Вовна О.В.</u> , <u>Лактіонов І.С.</u> , <u>Лактіонова Г.А.</u> , <u>Лебедев В.А.</u> , <u>Петелін Е.А.</u> , <u>Штепа О.А.</u> . Патент на корисну модель (Україна): пат. 142818 U Україна: МПК G01K 15/00. № у 202000824; заявл. 10.02.2020; опубл. 25.06.2020. Бюл. № 12. 9 с.	
Кількість вітчизняних наукових проєктів та грантів, за якими працювали претенденти		як науковий керівник	як виконавець
		1	1
Кількість закордонних наукових проєктів та грантів, за якими працювали претенденти		як науковий керівник	як виконавець
		0	3