**Інформація**

**про наукову, науково-технічну, мистецьку та інноваційну діяльність факультету прикладної математики та інформатики за 2023 рік**

**І.** **Узагальнена інформація щодо наукової та науково-технічної діяльності факультету (наукової установи) (не більше однієї сторінки):**

а) коротка довідка про підрозділ *(до 7 рядків);*

Основні напрями наукової діяльності:

**Фундаментальні дослідження: Найважливіші проблеми фізико-математичних і технічних наук.**

Наукова школа "Чисельне моделювання і оптимізація фізико-механічних полів". Наукові керівники – пpоф. Савула Яpема Гpигоpович, пpоф. Шинкаренко Георгій Андрійович

Науковий напрям "Чисельні методи розв’язування нелінійних операторних рівнянь і задач на екстремум". Науковий керівник – пpоф. Бартіш Михайло Ярославович

Науковий напрям "Чисельні методи розв’язування інтегральних рівнянь". Науковий керівник – пpоф. Хапко Роман Степанович

**Прикладні дослідження: Інформаційні та комунікаційні технології. Технології та засоби математичного моделювання, оптимізації та системного аналізу розв’язання надскладних завдань державного значення**.

б) науково-педагогічні кадри *(стисла аналітична довідка за останні чотири роки у текстовому та табличному вигляді);*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Hауково-педагогічні кадри** | **2020** | **2021** | **2022** | **2023** |
| ставок наукових і науково-педагогічних працівників | 81,5 | 85,5 | 95,5 | 108,25 |
| професорів і докторів наук | 16 | 15 | 22 | 22 |
| доцентів і кандидатів наук | 55 | 55 | 55 | 64 |

в) кількість виконаних робіт та обсяги їх фінансування за останні чотири роки, у вигляді таблиці:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категорії робіт | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
| к-сть, од. | тис. гривень | к-сть, од. | тис. гривень | к-сть, од. | тис. гривень | к-сть, од. | тис. гривень |
| Фундаментальні | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Прикладні  | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Госпдоговірні  | - | - | - | - | - | - | - | - |

г) спеціалізовані вчені ради із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, доктора філософії та доктора наук, кількість захищених дисертацій:

Діє 1 спеціалізована вчена рада Д 35.051.07 – спільна з механіко-математичним факультетом.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Шифр спецради, прізвище голови, заступника голови і вченого секретаря | Захищено докторських дисертацій (к-ть) | Захищено кандидатських дисертацій(к-ть) |
| працівники ЛНУ ім.І.Франка | сторонні працівники | працівники ЛНУ ім.І.Франка | сторонні працівники |
|  |  |  |  |  |

**ІІ**. **Результати наукової та науково-технічної діяльності**

а) важливі результати **за усіма** **закінченими** у 2023 році науковими дослідженнями і розробками, які виконувались за рахунок коштів державного бюджету (якщо таких не виконувалось, то зазначити наукові результати науково-дослідних робіт, які виконувались за рахунок коштів з інших джерел) (*зазначити назву роботи, наукового керівника, фактичний обсяг фінансування за повний період, зокрема на 2023 рік; коротко описати одержаний науковий результат, його новизну, науковий рівень, значимість та практичне застосування);*

б) важливі результати, отримані під час виконання перехідних науково-дослідних робіт *(зазначити назву роботи, наукового керівника, обсяг фінансування за повний період, зокрема на 2023 рік; коротко описати одержаний науковий результат, його новизну, науковий рівень, значимість та практичне застосування).*

**ІІІ.** **Розробки, які впроваджено у 2023 році за межами закладу вищої освіти або наукової установи** *(відповідно до таблиці, тільки ті, на які є акти впровадження або договори):*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Назва та автори розробки | Важливі показники, які характеризують рівень отриманого наукового результату; переваги над аналогами, економічний, соціальний ефект | Місце впровадження (назва організації, підпорядкованість, юридична адреса) | Дата акту впровадження | Практичні результати, які отримано закладом вищої освіти / науковою установоювід впровадження (обладнання, обсяг отриманих коштів, налагоджено співпрацю для подальшої роботи тощо) |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  |  |  |  |  |  |

**IV. Список наукових статей, опублікованих та прийнятих до друку у 2023 році у виданнях, які відносяться до наукометричних баз даних Web of Science та Scopus, за формами:**

Журнали з коефіцієнтом впливовості (IF)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Автор(и) | Автор(и) Універ­ситету / посада | Назва роботи | Назва видання, де опубліковано роботу | Том, номер (випуск), перша-остання сторінки роботи | Коефіцієнт впливовості (Impact-factor / [Cite Score](https://www.scopus.com/sources.uri)**)** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| **Web of Science** |
|  | I.K. Argyros, S. Shakhno, S. Regmi, H. Yarmola | -проф.-доц. | Newton-type methods for solving equations in Banach spaces: a unified approachhttps://doi.org/10.3390/sym15010015 | Symmetry | 2023,15(1),15 | 2,7 |
|  | I. K. Argyros,S. Shakhno, S. Regmi, H. Yarmola | -проф.-доц. | On the complexity of a unified convergence analysis for iterative methodshttps://doi.org/10.1016/j.jco.2023.101781 | Journal of Complexity | 2023,79,101781 | 1,7 |
|  | I.K. Argyros, S. Shakhno, S. Regmi, H. Yarmola | -проф.-доц. | On the convergence of two-step Kurchatov-type methods under generalized continuity conditions for solving nonlinear equationshttps://doi.org/10.3390/sym14122548 | Symmetry | 2022,14(12),2548 | 2,7 |
|  | I.K. Argyros, S. Shakhno, S. Regmi, H. Yarmola | -проф.-доц. | On the semi-local convergence of two competing sixth order methods for equations in Banach spacehttps://doi.org/10.3390/a16010002 | Algorithms | 2023,16(1),2 | 2,3 |
|  | I.Borachok, R. Chapko, B.T. Johansson | асист.проф.- | Rothe’s method in combination with a fundamental sequences method for the nonstationary Stokes problemhttps://doi.org/10.1007/s11075-023-01639-1 | Numerical Algorithms | 2023 | 2,1 |
|  | S. Ivanov, M. B. Tsizh, D. Ullmann, B. Panos, S. Voloshynovskiy | асист.---- | Solar activity classification based on Mg II spectra: Towards classification on compressed datahttps://doi.org/10.1016/j.ascom.2021.100473 | Astronomy and Computing | 2021,36 | 2,5 |
|  | U.T. Khimka, Y.M. Chabanyuk, A.B. Nikitin | доц.проф.- | Averaging in the Control Problem for the Diffusion Transfer Process with Semi-Markov Switchinghttps://doi.org/10.1007/s10559-023-00594-y | Cybernetics and Systems Analysis | 2023,59(4),591-600 | 0,5 |
|  | S. Regmi, I.K. Argyros, S. Shakhno, H. Yarmola | --проф.- | Unified convergence criteria of derivative-free iterative methods for solving nonlinear equationshttps://doi.org/10.3390/computation11030049 | Computation | 2023,11(3),49 | 2,2 |
|  | M. S. Yadzhak | проф. | Parallel algorithms for data digital filteringhttps://doi.org/10.1007/s10559-023-00540-y | Cybernetics and Systems Analysis | 2023,59(1),39-48 | 0,5 |
|  | M.V. Zabolotskyy, T.M. Zabolotskyy, S.I. Tarasyuk | -проф.- | Valiron-Type and Valiron–Titchmarsh-type theorems for subharmonic functions of slow growthhttps://doi.org/10.1007/s11253-023-02167-w | Ukrainian Mathematical Journal | 2023,74(11),1739-1751 | 0,5 |
| **Scopus** |
|  | O. Cherednichenko,L. Chyrun, V. Vysotska | -доц.- | Preface: Intelligent Systems Workshop https://ceur-ws.org/Vol-3403/preface.pdf | CEUR Workshop Proceedings | 2023,3403 | 0,39 |
|  | Demydyuk M.V., Lytwyn B.A. | проф.- | Optimization of the parameters of feet and the laws of motion of bipedal walking robotshttps://doi.org/10.1007/s10958-023-06342-z | Journal of Mathematical Sciences | 2023,270(1),214-236 | 0,36 |
|  | O. Gutik, I. Pozdniakova | доц.доц. | On the group of automorphisms of the semigroup Ɓℤℱ with the family ℱ of inductive nonempty subsets of ωhttps://doi.org/10.12958/adm2010 | Algebra and Discrete Mathematics | 2023,35(1),42-61 | 0,5 |
|  | H. S. Kit, N. M. Ivas’ko | -доц. | Two-Dimensional Problem of Thermoelasticity for a Half Space with Free, Rigidly, Smoothly, or Flexibly Fastened Boundary Subjected to the Action of Heat Sourceshttps://doi.org/10.1007/s10958-023-06558-z | Journal of Mathematical Sciences | 2023,273(6),972-981 | 0,36 |
|  | H. А. Kvasnytsia, H. А. Shynkarenko | доц.проф. | Analysis of the Problem of Harmonic Waves in Elastic Bodies and its h-Adaptive Finite-Element Approximationhttps://doi.org/10.1007/s10958-023-06332-1 | Journal of Mathematical Sciences | 2023,270(1),59-75 | 0,36 |
|  | A. Mykytiuk, V. Vysotska, O. Markiv, L. Chyrun, Y. Pelekh | ---доц.- | Technology of Fake News Recognition Based on Machine Learning Methodshttps://ceur-ws.org/Vol-3387/paper24.pdf | CEUR Workshop Proceedings | 2023,3387,311-330 | 0,39 |
|  | O. Oborska, M. Teliatynskyi, D. Dosyn, V. Lytvyn, S. Kostenko | ---проф.доц. | An Intelligent System Based on Ontologies for Determining the Similarity of User Preferenceshttps://ceur-ws.org/Vol-3403/paper23.pdf | CEUR Workshop Proceedings | 2023,3403,283-292 | 0,39 |
|  | T. V. Pasichnyk,L. O. Fedyna,M. Y. Bomba, I. H. Pandyak | доц.--- | The use of computer technologies in calculating the optimum diet for different categories of the populationhttps://doi.org/10.15421/jchemtech.v31i1.272815 | Journal of Chemistry and Technologies | 2023,31(1),114-119 | 0,5 |
|  | O. Polishchuk,M. Yadzhak | -проф. | Models and Methods of Evaluation the Vulnerability of Complex Hierarchical Network Systemshttp://ceur-ws.org/ Vol-3513/paper35. pdf | CEUR Workshop Proceedings | 2023,3513,420-434 | 0,39 |
|  | V. Shramenko, V. Kuznietcova, G. Zholtkevych | --проф. | Studying Mixed Normalization Strategies of Lambda Termshttps://ceur-ws.org/Vol-3348/paper5.pdf | CEUR Workshop Proceedings | 2023,3348,57-68 | 0,39 |
|  | T. Sopin, V. Vysotska, O. Markiv, L. Chyrun, V. Andrunyk, S. Chyrun, O. Naum | ---доц.--- | Information Technology for Foreign Languages Remote Learning with Adaptation to the User Based on Machine Learninghttps://ceur-ws.org/Vol-3426/paper39.pdf | CEUR Workshop Proceedings | 2023,3426,526-550 | 0,39 |
|  | Vovk O. M., Solyar T. Ya. | -доц. | Thermoelastic state of a thermosensitive half space and a thermosensitive layer in contact under the conditions of complex heat exchangehttps://doi.org/10.1007/s10958-023-06489-9 | Journal of Mathematical Sciences | 2023,273(1),132-143 | 0,36 |
|  | Zelinskyi O., Horlatch V., Lebedin Y., Paslavska Y. | -доц.-- | Solving the problem of antibody grouping based on cross-inhibition index using hierarchical clustering methodshttps://ceur-ws.org/Vol-3302/short9.pdf | CEUR Workshop Proceedings | 2023,3302,227-235 | 0,39 |

Журнали без коефіцієнту впливовості (IF)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Автор(и) | Автор(и) Універ­ситету / посада | Назва роботи | Назва видання, де опубліковано роботу | Том, номер (випуск), перша-остання сторінки роботи |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| **Web of Science** |
|  | O. V. Gutik, O. B. Popadiuk | доц.асист. | On the semigroup Ɓ\_ω^{F\_n} which is generated by the family F\_n of finite bounded intervals of ωhttps://doi.org/10.15330/cmp.15.2.331-355 | Carpatian Mathematical Publications | 2023,15(2),331-355 |
| **Scopus** |
|  | C. Argyros, M. Argyros, I. K. Argyros, S. Shakhno, H. Yarmola | ---проф.доц. | Extended semilocal convergence analysis of a two-step Newton method under L -average conditionshttp://www.nonlinearstudies.com/index.php/nonlinear/article/view/2771 | Nonlinear Studies | 2022,29(4),1257-1264 |
|  | M. Baranov, S. Ivanov, D. Shvetsov, Y. Shcherbyna | асист.асист.-проф. | Application of Super Resolution for Optical Character Recognition in Low Quality Imageshttps://doi.org/10.1007/978-981-99-3043-2\_11 | ICICT 2023. Lecture Notes in Networks and Systems | 2023,695,135-145 |
|  | Y. Burov, V. Vysotska, V. Lytvyn, L. Chyrun | --проф.доц. | Software based on ontological tasks modelshttps://doi.org/10.1007/978-3-031-16203-9\_34 | ISDMCI 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies | 2022,149,608-638 |
|  | D. Chumachenko, T. Chumachenko, I. Meniailov, O. Muradyan, G. Zholtkevych | ----проф. | Forecasting of COVID-19 Epidemic Process in Ukraine and Neighboring Countries by Gradient Boosting Methodhttps://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-35467-0\_30 | Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies | 2023,178,503-514 |
|  | U. Khimka, A. Helesh, R. Bukliv, M. Śniadkowski | доц.--- | Results of Mathematical Modeling of Evaporation Process the Drops of Sulfuric Acid in the Gas Flowhttps://doi.org/10.12913/22998624/170995 | Advances in Science and Technology Research Journal | 2023,17(5),41-47 |
|  | K. Khowaja, M. Shcherbatyy, W. Karl Härdle | -доц.- | Surrogate Models for Optimization of Dynamic Systemshttps://doi.org/10.1007/978-3-031-30114-8\_16 | Foundations of Modern Statistics. FMS 2019 | 2023,425,563-593 |
|  | Y. Kokovska, M. Prytula, M. Oleksyn | доц.проф.асист. | Application of Geoinformation Technologies for Modeling the Movement of Water in the River Network of the Selected Areahttps://doi.org/10.1109/ELIT61488.2023.10310825 | IEEE 13th International Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) | 2023,242-247 |
|  | P. Kravets, V. Vysotska, V. Lytvyn, L. Chyrun | --проф.доц. | Adaptive decision-making strategies in the game with environmenthttps://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-20834-8\_1 | Lecture Notes in Data Engineering, Computational Intelligence and Decision Making | 2023,149,286-301 |
|  | B. Kshyvetskyy, D. Kindzera, Y. Sokolovskyy, H. Somar | --проф.- | Prediction of the strength of oakwood adhesive joints bonded with thermoplastic polyvinyl acetate adhesiveshttps://doi.org/10.23939/chcht17.01.110 | Chemistry & Chemical Technology | 2023,17(1),110-117 |
|  | A. Panchenko, G. Zholtkevych | -проф. | An Approach to Construct Final Random System with Outputhttps://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-20834-8\_1 | Communications in Computer and Information Science | 2023,1698,3-22 |
|  | Y. Sokolovskyy, T. Samotii, I. Kroshnyy | проф.-- | Physics-Informed Neural Network for Modeling the Process of Heat-and-Mass Transfer Based on the Apparatus of Fractional Derivativeshttps://doi.org/10.1109/CADSM58174.2023.10076540 | 2023 IEEE 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems, CADSM 2023  | 2023,1-5 |
|  | Y. Sokolovskyy, M. Levkovych, M. Mysyk | проф.-- | Matrix Approach to Numerical Modeling of Heat-and-Moisture Transfer Processes in a Medium with a Fractal Structurehttps://doi.org/10.1109/CADSM58174.2023.10076519 | 2023 IEEE 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems, CADSM 2023  | 2023,44-48 |
|  | Y. Sokolovskyy, V. Yarkun, M. Levkovych | проф.-- | Parallel Algorithm for Numerical Modeling of Anisotropic Heat and Mass Transfer in Fractal Mediahttps://doi.org/10.1109/CADSM58174.2023.10076515 | 2023 IEEE 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems, CADSM 2023  | 2023,39-43 |
|  | S. Voloshyn, O. Markiv, V. Vysotska, I. Dyyak, L. Chyrun, V. Panasyuk | ---проф.доц.- | Emotion Recognition System Project of English Newspapers to Regional E-Business Adaptationhttps://doi.org/10.1109/CSIT56902.2022.10000527 | 2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT) | 2022,392-397 |
|  | S. Voloshyn, V. Vysotska, O. Markiv, I. Dyyak, I. Budz, V. Schuchmann | ---проф.-- | Sentiment Analysis Technology of English Newspapers Quotes Based on Neural Network as Public Opinion Influences Identification Toolhttps://doi.org/10.1109/CSIT56902.2022.10000627 | 2022 IEEE 17th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT) | 2022,83-88 |

**V. Відомості** **про науково-дослідну роботу та інноваційну діяльність студентів, молодих учених, у тому числі про діяльність Ради молодих учених та інших молодіжних структур**

*(навести:*

*у текстовому вигляді – до 7 рядків;*

*у вигляді таблиці (див. нижче);*

*у вигляді переліку внутрішніх стимулюючих заходів та відзнак – до 5 рядків).*

***Міжнародні магістерські програми:***

Факультет є учасником спільної магістерської сертифікаційної програми з Вюрцбурзьким університетом (Німеччина) "Advanced Computational Mahematics".

За Угодою про академічну співпрацю між Львівським національним університетом імені Івана Франка та Університетом м. Л’Аквіла (Італія) щодо подвійної магістерської програми в галузі прикладної та міждисциплінарної математики у 2023/24 н.р. навчаються 2 студентів. З них 1 студент ЛНУ на першому курсі магістратури, та 1 - на другому, перебуває зараз в університеті-партнері. У 2023 році 5 магістрів факультету прикладної математики та інформатики захистили магістерські роботи перед спільною комісією та отримали подвійні дипломи (Львівського національного університету імені Івана Франка та Університету м. Л’Аквіли).

***Міжнародні виставки та конкурси:***

*Олег Іванків (ІІ курс):* переможець Міжнародного шоу винаходів «IWIS» (М. Варшава, Польща) (18 жовтня 2022р);

*Лопатинський Олекса (І курс):* бронзова медаль за участь у 15-му випуску Міжнародної виставки винаходів та інновацій INTARG® 2022 у Польщі з власним винаходом “Prototype of an innovative contactless control panel “SafeGoUp”; I місце у Всеукраїнському конкурсі “Еко-Техно Україна 2022” Національного етапу міжнародного конкурсу науково-технічної творчості учнів ISEF; срібна медаль. I-FEST², Міжнародний фестиваль інженерних наук і технологій у Тунісі за “Prototype of an innovative contactless control panel “SafeGoUp”;

***Всеукраїнські конкурси студентських наукових робіт:***

Дипломами І – ІІІ ступеня відзначено 29 студентів – призерів І етапу Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт 2022/2023 за галузями знань «Інформатика і кібернетика», «Кібербезпека», «Комп’ютерні науки» та «Математика та статистика. Прикладна математика (механіка)».

***Студентські наукові гуртки:***

На факультеті працюють 5 студентських наукових гуртків, в яких займаються 85 студентів.

Над тематикою досліджень в рамках робочого часу викладачів працює 415 студентів факультету. Захищено 111 магістерських робіт, 209 бакалаврських та 475 курсових робіт.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Роки | Кількість студентів, які беруть участь у наукових дослідженнях,та відсоток від загальної кількості студентів | Кількість молодих учених, які працюють у підрозділі | Відсоток молодих учених, які залишаються у закладі вищої освіти або науковій установі після закінчення аспірантури |
| 2020 | 75 (7%) | 39 | 0 |
| 2021 | 225 (20%) | 38 | 0 |
| 2022 | 285 (19%) | 51 | 50 |
| 2023 | 415 (28%) | 55 | 100 |

На зимових канікулах 2023 року в Університеті проходила зимова школа з інформаційних технологій DES-2023 (Data Engineering and Security), яку спільно організовують керівники наступних освітніх програм: «Статистичний аналіз даних» (механіко-математичний ф-т); «Кібербезпека» (ф-т прикладної математики та інформатики); «Інженерія програмного забезпечення» (ф-т електроніки та комп’ютерних технологій). Завдяки тісній співпраці Університету з ІТ компаніями за сприяння Lviv IT Clusterу школі виступили найкращі ментори та спікери, які є дослідниками, розробниками та фахівцями в ІТ-сфері.

28 вересня 2023 року Факультет та спільнота Algotester провели Відкриту індивідуальну першість Львівського університету з програмування LNU Open 2023. Змагання проходили в змішаному форматі – з понад 50-ти учасників 24-ро змагались в комп’ютерних лабораторіях факультету. Переможців відзначили грамотами Університету та призами від Algotester.

***Конференції:***

 Починаючи з 1998 року на факультеті щорічно проводиться студентська наукова конференція, зокрема цього року проведена «Міжнародна студентська наукова конференція з питань прикладної математики та комп’ютерних наук СНКПМКН – 2023». На конференції було виголошено 42 доповідей від 54 учасників.

***Cтудентські олімпіади:***

10 грудня 2022 року у дистанційній формі відбулися

* Фінал всеукраїнської студентської олімпіади з програмування

 Команди факультету посіли 1-ше та 3-тє місця.

* Півфінал Міжнародної студентської олімпіади з програмування

Команда факультету Stallions у складі Петра Тарнавського, Максима Щерби та Яреми Стягара (тренер доц. Білецький В.М.) посіла 4-те місце та отримала місце у фіналі.

У липні 2023 року на міжнародній олімпіаді з програмування KPI Open, що відбувалась у онлайн-форматі, команда факультету Stallions у складі Петра Тарнавського, Максима Щерби та Яреми Стягара (тренер доц. Білецький В.М.) посіла ІІ місце.

У 2023 році у Львівському національному університеті імені Івана Франка на базі факультету прикладної математики та інформатики було проведено І (університетський) та ІІ (західний регіон) етапи студентської олімпіади з програмування.

28 вересня 2023 року Факультет та спільнота Algotester провели Відкриту індивідуальну першість Львівського університету з програмування LNU Open 2023. Змагання проходили в змішаному форматі – з понад 50-ти учасників 29-ро змагались в комп’ютерних лабораторіях факультету. Переможців відзначили грамотами Університету та призами від Algotester.

***Відзнаки:***

Стипендія Президента України – В.П. Куцик (ІI курс).

Премія імені Стефана Банаха у галузі математичних та технічних наук Львівського університету – О.Б. Паляниця (IV курс).

**VI. Наукові підрозділи** *(лабораторії, центри тощо)***, їх напрями діяльності, робота з замовниками** *(зазначити назву підрозділу, стисло описати його діяльність та результативність роботи – до 30 рядків).*

**VII.** **Наукове та науково-технічне співробітництво із закордонними організаціями** *(надати:*

*у текстовому вигляді загальну інформацію про стан міжнародного наукового співробітництва: характеристику основних напрямів міжнародного наукового і науково-технічного співробітництва, приклади його успішної реалізації та перспективи розвитку - до 20 рядків;*

*у вигляді таблиці за формою нижче, в якій навести дані, що стосуються тільки тих зарубіжних партнерів, з якими укладено договори на виконання науково – дослідних робіт або отримано ґранти).*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Країна-партнер (в алфавітному порядку) | Установа - партнер | Тема співробітництва | Документ, в рамках якого здійснюється співробітництво, термін його дії | Практичні результати від співробітництва |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Італія | Університет м. Л’Аквіла | Магістерська програма в галузі прикладної та міждисциплінарної математики | Угода про акаде-мічну співпрацю між Львівським національним університетом імені Івана Франка (ЛНУ) та Універ-ситетом м. Л’Акві-ла (УАК), Італія, щодо впровадження магістерської програми подвійного диплому в галузі прикладної та міждисциплінарної математики.Термін дії 2014-2024 рр. | У 2023 р. 5 магістрів факультету прикладної математики та інформатики отримали подвійні дипломи. |

Кафедра обчислювальної математики підтримує наукові зв’язки з такими закордонними університетами: Університет м. Ліншопінг (Швеція), Технічний університет м. Афіни (Греція), Технологічний інститут м. Ізмір (Туреччина). Cпільно з проф. Т. Йогансоном (Університет м. Ліншопінг, Швеція) проф. Р.С. Хапко та ас. І.В. Борачок опублікували одну статтю та подали до друку одну статтю. Cпільно проф. I.K. Аргирос, C. Argyros, M. Аргирос (Університет Камерона, США), C. Реґмі (Г’юстонський університет, США) доц. Г.П. Ярмола опублікувала шість статей та подала до друку одну статтю; з Р. Якимчуком (Університету Умео, Швеція) доц. Г.П. Ярмола опублікувала одну статтю.

Кафедра програмування приймала участь у роботі IEEE MTT/ED/AP/CPMT West Ukraine Chapter та IEEE MTT/ED/AP/ EMC Rebublic of Georgia Chapter та співпрацювала з науково-дослідним інститутом INRIA (м. Ліль, Франція): участь у розробці об’єктно-орієнтованого середовища програмування Pharo Smalltalk, виконання угоди про академічне партнерство ЛНУ імені Івана Франка з Pharo Consortium.

Викладачі кафедри теорії оптимальних процесів підтримують наукові контакти з кафедрами та інститутами відповідного профілю у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, Варшавському університеті (Польша), Вроцлавському університеті (Польша), Батумському університеті (Грузія), Університеті м. Карлсруе (Німеччина), Університеті м. Іннсбрук (Австрія), Кемерон Університеті (Лавтон, США) та з університетами інших країн.

Проф. Притула М.М. протягом звітного періоду продовжував наукову співпрацю з коледжем США (Concordia College, Moohead, MN, USA, (PhD. O. Bihun) та з факультетом прикладної математики Університету науки і технологій Гірничо-металургійної Академії м.Краків, Польща (AGH University of Science and Technology, Dept. of Applied Mathematics, Krakow, Poland Prof. L. Plachta). Білостоцьким університетом (проф. Ян Зелінські) (Польща).

Наукові результати викладачів факультету були представлені на 11-ти міжнародних наукових конференціях за межами України:

* Eighth International Congress on Information and Communication Technology ICICT 2023, London, United Kingdom, 20-23 February 2023
* 21st IMACS World Congress, Рим, Італія, 11-15 вересня 2023
* XXXVIІ International conference problems of decision making under uncertainties (PDMU-2022). – Sheki-Lankaran, Republic of Azerbaijan, 23-25 november 2022
* XXXІ International Conference “CAD in Machinery Design. Implementation and Educational Issues”, CADMD 2023, 26-28 October, 2023 Supraśl, Poland
* 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM), Jaroslaw, Poland, 2023
* XXVIIIth International Seminar/Workshop Direct and Inverse Problems of Electromagnetic and Acoustic Wave Theory (DIPED) September 11-12, 2023, Tbilisi, Georgia
* III International Scientific and Theoretical Conference «Advanced discoveres of modern science: experience, approaches and innovations», Amsterdam, Netherlands, January 20, 2023 – 2023
* 11th International Conference on Applied Mechanics, 18 November 2022, Bydgoszcz, Poland
* IV International Scientific and Practical Conference "Débats scientifiques et orientations prospectives du développement scientifique", Париж, Франція, 11.11.2022
* II International Scientific and Practical Conference. – Osaka, Japan. – 17-19 November. – 2022
* Student workshop on Applied Mathematics (SWAM), Prague, Czech Republic, 17-19 November 2022

***Наукові стажування:***

***Гранти:***

Доц. Кухарський В.М. – керівник та/або учасник ряду міжнародних проектів:

* + Digital University – Open Ukrainian Initiative: DigiUni, 2023-2025, 48 months, Project ID:101129236, ERASMUS-EDU-2023-CBHE
	+ Digital Transformations for Supporting Next-Generation Labour: NEXT, 2023-2026, 36 months, Project ID: 101129022, ERASMUS-EDU-2023-CBHE-STRAND-
	+ Development of Joint Master programme «Artificial Intelligence for Cybersecurity»:AI4Cybersec, 2023-2025, 15months, Project ID:101128245 ERASMUS-EDU-2023-EMJM-DESIGN
	+ Exploring the gap between mobility students and the overall HE student population: ERASMUS GAP, 01.10.2023-31.01.2026, 28 months, Project ID:1444610ID, ERASMUS KA220-HED-D997189E
	+ Students’ Personalised Learning Model, Based on the Virtual Learning Environment of Intellectual Tutoring "Learning with No Limits": SMART-PL, 19.11.2022- 18.11.2025, ERASMUS-EDU-2022-CBHE
	+ Development of the Model and Common Information Space of Virtual Exchange Programs: MOVEx, 24.11.2022-23.11.2025, ERASMUS-EDU-2021-VIRT-EXCH-NDICI
	+ International Students Adaptation and Integration: INTERADIS, Інтеграція та адаптація іноземних студентів, 2020-2023, 619451-EPP-1-2020-1-NL-EPPKA2-CBHE-JP

Проф. Венгерський П.С. та проф. Моркун Н.В. – керівники та/або учасники ряду міжнародних проектів:

* + ERASMUS-EDU-2023-EMJM-DESIGN № 101128245: Development of Joint Master programme «Artificial Intelligence for Cybersecurity» / AI4Cybersec - Розробка спільної магістерської програми "Штучний інтелект для кібербезпеки (1.10.2023 – 30.03.2025).
	+ ERASMUS-EDU-2023-CBHE № 101129022: Digital Transformations for Supporting Next-Generation Labour / NEXT - Цифрові трансформації для підтримки ринку праці наступного покоління (1.11.2023 – 30.10.2026).

Проф. Моркун Н.В. – керівник та/або учасник ряду міжнародних проектів:

* + ERASMUS-EDU-2021-VIRT-EXCH-NDICI № 101083883: «Development of the Model and Common Information Space of Virtual Exchange Programs / MOVEx» - «Розробка моделі та Єдиного Інформаційного Простору Програм Віртуальних Обмінів» (1.12.2022 – 30.11.2025).
	+ ERASMUS-EDU-2022-CBHE № 101082928: «Students’Personalised Learning Model, Based on the Virtual Learning Environment of Intellectual Tutoring "Learning with No Limits" / SMART-PL» - «Персоналізована модель навчання студентів на основі віртуального навчального середовища інтелектуального тьюторства "Навчання без обмежень"» (1.01.2023 – 31.12.2025).

**VIII. Відомості щодо поліпшення рівня інформаційного забезпечення наукової діяльності, доступу до електронних колекцій наукової періодики та баз даних провідних наукових видавництв світу, про патентно-ліцензійну діяльність** *(зазначити окремо кожну базу та відповідний трафік)***.**

**ІХ. Інформація про науково-дослідні роботи, що виконуються на кафедрах у межах робочого часу викладачів** *(зазначити теми, зареєстровані в УкрІНТЕІ, наукових керівників, наукові результати, їх значимість – до 40 рядків).*

* **Розробка числових методів та їх програмного алгоритмічного забезпечення для аналізу задач комп’ютерного моделювання процесів і систем.** 0121U110625; Проф. Дияк І.І. 2021 – 2023.

**3.1 Резюме (0,3 с.);**

Розглянуто задачі комп'ютерного моделювання та оптимізації динамічних систем у вигляді звичайних диференціальних рівнянь та рівнянь параболічного типу. Сформульовано задачу оптимального керування поширенням Covid-19 на основі SEIRD моделі. Проведено ряд обчислювальних експериментів для моделей популяційної динаміки та моделей поширення епідемій.

Досліджено можливості застосування штучного інтелекту для розв'язування алгоритмічних задач. Розглянуто як класичні алгоритми (задачі на графах, динамічного програмування тощо), так і конкурсні задачі з алгоритмічного програмування. Як результат, окреслено класи задач, для яких доцільно застосовувати штучний інтелект для генерації програмного коду.

Розробка системи автоматизованого складання розкладу занять в університетах є актуальним завданням, яке вимагає врахування великої кількості параметрів і обмежень. У рамках цього проекту було створено рішення, що базується на використанні сучасних технологій і підходів, в тому числі асинхронного програмування і генетичних алгоритмів. Використання фреймворку Spring WebFlux на боці сервера дозволило реалізувати ефективну обробку запитів, в той час як GraphQL забезпечив гнучкість і точність у виборі даних, що передаються на клієнт. На боці клієнта було застосовано фреймворк Angular, який сприяє створенню інтерактивного і зручного для користувача інтерфейсу. Водночас, ключовим моментом системи є інтеграція модифікованого генетичного алгоритму для оптимізації процесу складання розкладу. Цей алгоритм враховує різноманітні обмеження і пріоритети, що дозволяє знаходити ефективні рішення навіть у складних умовах. Процес адаптації генетичного алгоритму до конкретних умов завдання складання розкладу вимагав внесення ряду модифікацій і доповнень. Зокрема, було впроваджено додаткові оператори мутації та схрещування, а також розроблено специфічні методи оцінки якості рішень. Всі ці зміни сприяли підвищенню ефективності алгоритму і забезпечили можливість знаходження оптимальних рішень у короткі терміни. Завдяки використанню сучасних технологій і алгоритмічних рішень, розроблена система демонструє високу продуктивність і здатність ефективно вирішувати завдання складання розкладу занять. Вона забезпечує не тільки економію часу і ресурсів університетів, але і підвищує якість освітнього процесу, оскільки дозволяє формувати більш зручний і ефективний розклад занять. Враховуючи отримані результати, можна зробити висновок про перспективність подальшого впровадження і розвитку розробленої системи. Її адаптивність і гнучкість дозволяє легко вносити зміни та доповнення відповідно до змінюваних вимог і умов, що робить систему універсальним інструментом для оптимізації роботи вищих навчальних закладів.

**3.2 Захищені дисертації співробітниками, докторантами та аспірантами;**

**3.3 Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях;**

Опубліковано 16 статей (у тому числі 3 статті у виданнях, які мають імпакт-фактор, 5 у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз даних, 7 у фахових вітчизняних виданнях, 1 в інших виданнях України) та 17 тез доповідей.

* **Ітераційні методи розв’язування нелінійних операторних рівнянь і задач мінімізації. Стохастична оптимізація. Задача керування з випадковими переключеннями.** Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. Шахно С.М., № держреєстрації 0121U110282, термін виконання 01.2021-12.2023 рр.

**3.1 Резюме;**

Досліджено локальну та напівлокальну збіжність загальних ітераційних методів розв’язування нелінійних операторних рівнянь у банахових просторах за умов ω-неперервності. Наш підхід уніфікує існуючі результати і забезпечує новий спосіб вивчення ітераційних методів. Основна ідея - знайти більш точну область, що містить ітерації. Для цього не потрібно докладати додаткових зусиль. Крім того, наведено результати чисельних експериментів, що підтверджують отримані теоретичні оцінки. Проведено теоретичні та практичні дослідження методів розв'язування задач мінімізації та систем нелінійних рівнянь.

Запропоновано автоматизовану систему перевірки контролю доступу до системи звітності про ковід сертифікати; розроблено мобільний додаток, що дозволяє оптимізувати процес сортування побутових відходів; перевірено симуляцію нагромадження трафіку на базі штучного інтелекту.

Проведено дослідження ефективнсті застосування періодичних матричних гіллястих ланцюгових дробів для розв'язування полінономіальних матричних рівнянь N-го порядку із матричними і векторними невідомими. Встановлено достатні ознаки збіжності ітераційного процесу до точного розв'язку рівнянь. Виконано серію комп'ютерних експериментів, які підтверджують перспективність даного підходу.

Розглянуто дві задачі керування в схемі Леві та Пуасона для дифузійного процесу з напівмарковськими переключеннями. Отримано представлення генераторів вказаних задач та обчислено граничні генератори граничних процесів використовуючи схему малого параметру.

Досліджено і чисельно апробовано метод типу Курчатова для розв’язування нелiнiйних операторних рiвнянь. Застосовано комбінований метод Гауса-Ньютона для розв'язання нелійнійної задачі теорії потенціалу в електронній оптиці.

Розвинуто метод параметричної оптимізації стосовно задачі математичного моделювання та мінімізації енерговитрат двоногого крокуючого робота антропоморфного типу. Побудовано субоптимальний розв'язок задачі сукупної оптимізації режимів керувань та параметрів конструкції двоногого робота. Засобами числового моделювання показано, що лінійні розміри ступень робота суттєво впливають на його енерговитрати на проміжку подвійного кроку.

**3.2 Захищені дисертації співробітниками, докторантами та аспірантами;**

**3.3 Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях;**

За звітний рік опубліковано: 23 статей (у тому числі 5 статей у виданнях, які мають імпакт-фактор, 3 статті у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз даних, 6 статей у фахових вітчизняних виданнях, 9 статей у інших вітчизняних виданнях) та 11 тез доповідей на наукових конференціях.

* **Методи розв'язування детермінованих та стохастичних задач локалізацією функціональних невизначеностей.** Науковий керівник - канд фіз.-мат. наук, проф. Сеньо П.С.,№ держ.реєстрації 0121U110450. Термін виконання: 2021-2023 рр.

**3.1 Резюме;**

Досліджено застосування інтервальних методів з локалізацією функціональних невизначеностей для розв’язування інтегральних рівнянь та розв’язування початкової задачі Коші методом зі звуженнями для звичайних диференціальних рівнянь.

Розглянуто поведінку стохастичної системи, досліджено вплив нормалізації вихідної системи на поведінку процесів у граничній системі. Система диференціальних рівнянь вивчається в ергодичному напівмарковському середовищі, припускається існування одного керування на кожному інтервалі часу для дворівневої задачі. Побудовано граничні генератори процесів, що перебувають під впливом дифузійних збурень. Накладено на вихідну стохастичну систему умову існування єдиної точки рівноваги критерію ефективності. Побудовано вхідні дані та накладено початкові умови для систем стохастичних диференціальних рівнянь з Пуасонівською апроксимацією та апроксимацією Леві. Досліджено граничну поведінку процесів для такої системи, встановлено достатні умови збіжності до єдиної точки рівноваги таких систем. Для кожної системи побудовано оператори процесів та відповідні генератори, що забезпечують існування розвʼязку задачі з використанням малого параметру та нормування часу за певних умов. Усі наукові результати апробовано в доповідях на конференціях, опубліковано матеріали та тези доповідей на Всеукраїнських і Міжнародних конференціях. Підготовлено наукові статті за обраної тематикою та опубліковано в наукових вітчизняних журналах та закордонних виданнях.

Наукова робота стосується дослідження застосування інтервальних методів для розв’язування деяких класів інтегральних та диференціальних рівнянь. Зокрема, розглянуто інтервальні методи з локалізацією функціональних невизначеностей для інтегральних рівнянь та метод зі звуженнями для початкової задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь.

Розроблено моделі та методи для підтримки прийняття рішень в окремих сферах економіки. Застосовано агломеративні процедури кластеризації для дослідження рівня розвитку малого підприємництва в регіонах України та рівня життя населення світу. Досліджено тенденції зміни індексу споживчих цін в Україні під час війни.

Досліджено математичні моделі у галузі актуарної математики. Зокрема, досліджено динаміку резервів в угодах зі страхування життя, модифікацій довгострокових страхових схем типу накопичення-витрати, розроблено web-застосунок для реалізації обчислень у схемах пенсійного страхування.

Досліджено можливості використання економетричних матодів та методів ієрархічної кластеризації до оцінки актуальних макро- та мікроекономічних показників економіки України.

Побудовано метод, що враховує розподіл ймовірностей звертання до записів файлів баз даних у випадку закону Зіпфа. Виведено формулу для обчислення математичного сподівання кількості порівнянь, необхідних для пошуку запису у файлі, у випадку узагальненого закону розподілу ймовірностей звертання до записів. Проведено порівняльний аналіз ефективності методу двійкового пошуку у випадку узагальненого закону розподілу ймовірностей звертання до записів і розподілу за законом Зіпфа. Показана залежність математичного сподівання кількості сподівань від кількості записів у файлі, а також результати порівняння ефективності методів.

Досліджено біциклічне розширення B\_(ω)(F\_1). Описано алгебричну структуру даного розширення у випадку, коли сім'я F\_1 складається із порожньої множини та всіх одноточкових підмножин кардинала ω . Доведено, що кожна D(ω)-компактна трансляцiйно-неперервна T1-топологiя τ на B↱\_ω(ωmin) є компактною та секвенцiально компактною, i співпадає з одноточковою компактифiкацiєю Александрова злiченного дискретного простору.

**3.2 Захищені дисертації співробітниками, докторантами та аспірантами;**

Доцент Лисецька Олександра Юріївна, назва дисертації: "Компактні та близькі до них напівґратки, напівгрупи та їхні розширення", спеціальність 111 "Математика", дата захисту: 27.06.2023.

**3.3 Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях;**

Опубліковано 11 статей, у тому числі 1 у виданнях, які мають імпакт фактор, 2 статті в виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз даних, 1 стаття у інших зарубіжних виданнях, 3 статті в фахових виданнях України, 4 статті у інших вітчизняних виданнях та 3 тези доповідей на міжнародних конференціях.

* **Чисельне моделювання процесів і явищ. Розроблення програмних засобів для навчання.** Науковий керівник канд. фіз.-мат.наук, доц. Ярошко С.А., № держреєстрації 0121U110716, термін виконання 2021–2023 рр.

**3.1 Резюме;**

Обґрунтовано розв'язок початково-крайової задачі з динамічними крайовими умовами, отримано результати зовнішньої задачі Неймана і задачі з динамічними крайовими умовами, коли джерело імпульсу розташоване в зовнішній області, систематизовано результати розв'язування задач Діріхле, Неймана з використанням прямого і непрямого підходів, досліджено розв'язування залежних від часу граничних інтегральних рівнянь у випадку мішаної задачі для однорідного хвильового рівняння з динамічною крайовою умовою. Досліджено побудову чисельного розв'язку для розв'язування залежних від часу граничних інтегральних рівнянь у початково-крайових задачах для хвильового рівняння у вагових просторах Лебега. Побудовано розв’язок варіаційної задачі термопружності для тонкостінного тіла в умовах термосилового навантаження. Досліджено деякі питання використання методу граничних рівнянь для розв'язування двовимірних задач в багато-зв'язних областях.

Знайдено асимптотичний розподіл вибіркової оцінки бета коефіцієнта у випадку коли ваги еталонного портфеля є сталими, а портфель інвестора є портфелем з найменшою дисперсією. На основі імітаційного моделювання встановлено можливість використання отриманих результатів для моделювання процесів на фінансових ринках. Доведено непокра­щуваність граничної умови однієї теореми Ж. Валірона. Досліджено імовірнісні властивості вибіркової оцінки бета-коефіцієнта: портфеля фінансових активів з найменшим рівнем Value-at-Risk за умов сталості ваг еталонного портфеля та за нормальності розподілу вектора дохідностей активів портфеля з неавтокорельованими реалізаціями. Досліджено властивості вибіркової оцінки відношення Шарпа портфеля з найменшим рівнем Value-at-Risk. Досліджено властивості стисненої оцінки бета-коефіцієнта портфеля фінансових активів. Досліджено асимптотичну поведінку субгармонійної функції повільного зростання.

Розроблено ефективний підхід до вивчення об’єктно-орієнтованого програмування, який значною мірою впливає на структуру курсу та успішність його засвоєння. Проведено аналіз інноваційних методів викладання, що використовуються у сучасній освітній практиці закладу вищої освіти та досліджено їх вплив на формування майбутнього конкурентоспроможного фахівця. Розроблено прототип програмного модуля для перевірки узгодженості думок членів експертних (екзаменаційних, конкурсних тощо) комісій. Розроблено систему агрегування та аналізу практичних завдань студентів, пошуку дублікатів та синтаксично подібних конструк­цій, інтегровано її з системами автоматизованих засобів статичного аналізу та збереження отриманих даних.

Вдосконалено систему SRS 5.0: додано початкові налаштування для внесення кафе­дральних звітів, виконано аналітику та застосовано методики контролю якості.

**3.2 Захищені дисертації співробітниками, докторантами та аспірантами (назва, ПІБ);**

**3.3 Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях;**

Опубліковано 2 навчальних посібники (один з них – переклад з англійської), 15 статей (з них: 3 у виданні з імпакт-фактором, 2 у виданнях з наукометричних баз даних, 2 в інших закордонних виданнях, 8 в Україні), 12 тез доповідей на міжнародних конференціях і 1 тези на вітчизняних.

**3.5 Участь у виконанні індивідуальних або колективних ґрантів.**

ЕЗ-010922, Матеріал Фази Дані Система “Система електронної звітності” – міжнародний грант; термін виконання: 31.08.2022-30.11.2023; науковий керівник: Дияк Іван Іванович, доктор фізико-математичних наук (д-р. фіз.-мат. наук), професор.

* **Методи комп’ютерної та обчислювальної математики для моделювання проблем фізики та інформатики.** Наук. керівник: д. фіз.-мат. наук, проф. Шинкаренко Г.А., № ДР 0121U110267, термін виконання: 2021–2023 рр.

**3.1 Резюме;**

Розроблено способи розв’язання крайових, початково-крайових та оптимізаційних задач для систем рівнянь механіки суцільного середовища (термогідропружності, термоелектропружності, дифузії-адвекції-реакції), аналізу процесів функціонування складних систем з ієрархічно-мережевою структурою, автоматизованої обробки даних та калібрування петрофізичних властивостей породи глибинного буріння.

Запропоновано ефективні підходи до аналізу процесу функціонування складних систем з ієрархічно-мережевою структурою, які ґрунтуються на використанні методів локального, агрегованого, прогностичного та інтерактивного оцінювання об’єктів системи.

Досліджено алгоритми процесів автоматизованої обробки та калібрування петрофізичних властивостей породи за даними гамма-вимірювань та аналізу керна. З використанням методики часової затримки розроблено алгоритм та створено програмне забезпечення пошуку атрактора нелінійних процесів гідророзриву у пластах за даними часового ряду значень тиску на вході у свердловину. Проведено низку числових експериментів з реальними числовими рядами. Отримані результати свідчать про необхідність уточнення розмірності простору вкладення атрактора. Продовжено дослідження застосовності моделей теорії перколяції до аналізу процесів гідророзриву у пластах.

**3.2 Захищені дисертації співробітниками і аспірантами (назва, ПІБ);**

**3.3 Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових** **праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях;**

Опубліковано 1 монографію, 1 методичні вказівки, 19 статей, з яких: 4 статті у виданнях з імпакт фактором, 6 статей в інших виданнях включених до міжнародних наукометричних баз даних, 4 статті у фахових виданнях України, 5 статей в інших виданнях України та 11 тез доповідей на конференціях.

* **Методи обчислювальної математики для лінійних і нелінійних крайових задач та операторних рівнянь**. Науковий керівник: д-р. фіз-мат. наук, проф. Хапко Р. С., № держреєстрації: 0122U200605. Термін виконання: 2022 – 2024 рр.

**3.1 Резюме;**

Для чисельного розв'язування нестаціонарної задачі для рівняння Стокса у двовимірній двозв'язній області застосовано комбінацію методу Роте та методу фундаментальних послідовностей. Спершу нестаціонарна задача для системи рівнянь Стокса за допомогою методу Роте по часовій змінній редукується до послідовності стаціонарних неоднорідних задач, для яких є відомою послідовність фундаментальних розв'язків. Далі стаціонарні задачі дискретизуються методом фундаментальних послідовностей. При цьому не вимагається додаткових зусиль для врахування неоднорідності. Здійснено чисельні експерименти, які підтверджують застосовність пропонованого підходу. Метод фундаментальних послідовностей застосовано до чисельного розв'язування некоректної одновимірної задачі Коші для параболічного та гіперболічного рівнянь. При цьому часткова дискретизація за часовою змінною здійснена методами Лагерра або Хумбольта. Це дає змогу отримати послідовність стаціонарних некоректних задач для звичайних диференціальних рівнянь другого порядку. Для їх розв'язування використано метод фундаментальних послідовностей з регуляризацією Тіхонова. Ефективність методу підтверджена чисельними експериментами як для параболічного, так і гіперболічного випадків.

Реалізовано наближення інтегралу зі слабкою особливістю sinc-згортками в комбінації з обчисленням квадратного кореня матриці методом Шура. Використовуючи метод невизначених множників Лагранжа у гільбертових просторах, зведено задачу наближення норми лінійного оператора до задачі розв'язування нелінійного операторного рівняння.

Досліджено використання сучасних моделей машинного навчання в області комп'ютерного зору. Розглянуто питання використання згорткових нейронних мереж для розв'язування задачі стеганоаналізу та стійкості таких моделей до атак зловмисників.

Запропоновано схему розв'язування однобічних матричних рівнянь, проведено дослідження ефективності застосування паралельних алгоритмів до запропонованих схем. Результати чисельних експериментів підтверджують теоретичні викладки.

Досліджено локальну та напівлокальну збіжність однокрокових та багатокрокових методів для розв'язування нелінійних рівнянь, а саме узагальненого методу типу Ньютона, двокрокових методів типу Курчатова, однокрокового методу без похідних та методів вищих порядків. Аналіз збіжності проведено за класичних умов Ліпшиця та узагальнених умов. Отримано радіуси областей збіжності методів та оцінки похибок. Проведено перевірку умов теорем про збіжність ітераційних методів, а також показано застосовність та ефективність методів.

Досліджено залежність похибки одного методу розв'язування двовимірних інтегральних рівнянь від вибору типів елементів сітки.

Розглянуто приведення еліптичного рівняння зі змінними коефіцієнтами до рівняння Клейна-Гордона у двозв'язній області. Проведено чисельні експерименти розв'язування відповідної задачі Діріхле.

Розглянуто чисельні методи для розв’язування крайової задачі для напівлінійного еволюційного рівняння із запізненням.

Апробовано застосування методу інтегральних рівнянь для розв'язування задачі реконструкції межі для рівняння еластостатики.

Вивчено ефективність та застосування алгоритмів розподіленого та децентралізованого консенсусу для побудови систем з можливістю горизонтального масштабування.

**3.2 Захищені дисертації співробітниками, докторантами та аспірантами;**

**3.3 Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях;**

За звітний рік опубліковано 19 статей (у тому числі 6 статей у виданнях, які мають імпакт-фактор, 1 стаття у виданні, яке включено до міжнародних наукометричних баз даних, 6 статей у фахових виданнях України, 6 статей в інших виданнях України) та 6 тез доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях.

* **Розробка аналітичних і чисельних методів для розв'язування гідродинамічних задач та застосування машинного навчання для крайових задач та обмежених наборів даних.** Науковий керівник – проф. Притула М.М. № держреєтрації – 0122U002572. Термін виконання – 01.01.2022 – 31.12.2024.

**3.1 Резюме;**

Побудовано чисельну схему як прямий метод Лі-алгебраїчних дискретних апроксимацій (ПМЛАДА) для оберненого рівняння теплопровідності і доведена факторіальна швидкість збіжності чисельної схеми.

Застосування машинного навчання для обмежених наборів даних. Досліджено потенціал згорткових нейронних мереж, здатних виконувати тренування на малій кількості даних. Основні результати такі. Підходи до глибокого навчання завдання класифікації зображень зазвичай вимагають великомасштабних наборів даних. Підхід до кількох етапів навчання моделей глибокого навчання дозволяє нам значно зменшити обсяг необхідних даних, зберігаючи ті самі обнадійливі результати. Незважаючи на скорочення наборів даних, все ще існує компроміс між кількістю доступних даних і продуктивністю навченої моделі. Ми порівнюємо моделі, отримані шляхом метричного навчання, з базовими моделями, навченими за допомогою великомасштабних наборів даних.

Досліджено рух води в річковій мережі, де гілки мережі об’єднуються і утворюють деревовидну структуру річкового басейну, де на кожній ділянці русла може змінюватися його траєкторія та кут нахилу середньої лінії дна. Результати апробовані на тестових прикладах зі складним рельєфом дна і показують вплив вибору базисних функцій на точність розв’язків і розрахованих порядків збіжності для часових і просторових змінних.

Описано тренування моделі штучної нейронної мережі на 24 прошарки, яка з точністю до 85 % розпізнає та відносить плазуна на зображенні до одного із восьми визначених класів. Дані для тренування та тестування моделі взято із відкритих джерел. У такий спосіб було опрацьовано 1135 фотографій 8-ми видів рептилій. Також було створено віконний застосунок на мові Python для практичного застосування моделі з можливістю завантажити фото з комп’ютера та отримати результат у вигляді зображення з окресленими на ньому знайденими рептиліями. Також описано проектування та реалізацію веб-додатку для гри в шашки з використанням React. Для розробки інтелектуального комп'ютерного супротивника був використаний minimax алгоритм, який розглядає всі можливі ходи та їх наслідки на дереві гри. Цей алгоритм дозволяє комп'ютерному супротивнику приймати рішення про найкращий хід, оцінюючи стан гри та його можливі наслідки. У результаті було успішно реалізовано веб-додаток для гри в шашки. Користувачі можуть грати проти комп'ютерного супротивника, який використовує інтелектуальну стратегію прийняття рішень.

Використовуючи метод характеристик та теорему Банаха про стискуюче відображення встановлено існування та єдиність глобального неперервного розв'язку мішаної задачі для виродженої напівлінійної гіперболічної системи рівнянь першого порядку з нелокальними крайовими умовами.

Для розв’язання сингулярно збурених крайових задач зi звичайними диференцiальними рiвняннями другого порядку застосовано h-адаптивнi схеми методу скiнченних елементiв з поліноміальними апроксимаціями різних порядків. Для кусково-лiнiйних, кусково- квадратичних та кусково-кубiчних ермiтових апроксимацiй МСЕ аналiтично обчисленi апостерiорнi оцiнювачi похибки МСЕ, наведено вирази для обчислення розподiлiв енергетичних норм оцiнювачiв на скiнченних елементах. Також на їхнiй основi побудовано алгоритм iтерацiйного уточнення сiток з використанням нерiвномiрних подiлiв областi визначення розв’язкiв на скiнченнi елементи, що дозволяє обчислювати апроксимацiї МСЕ з наперед заданою точнiстю.

Розроблені h-адаптивні схеми методу скінченних елементів для числового розв'язування крайових задач зі звичайним диференціальним рівнянням другого порядку з використанням кусково-поліноміальних апроксимацій розв'язків на нерівномірних сітках скінченних елементів. На основі апостеріорних оцінювачів похибок залишкового типу досліджувалась ефективність різних стратегій згущення сіток з метою рівномірного розподілу похибки між елементами.

Розробка аналітичних і чисельних методів для розв'язування гідродинамічних задач та застосування машинного навчання для крайових задач та обмежених наборів даних.

Досліджено автоморфізми напівгрупи B\_F^Z з сім'єю F індуктивних непорожніх підмножин w. Доведено, що група автоморфізмів цієї напівгрупи ізоморфна адитивній групі цілих чисел.

**3.2 Захищені дисертації співробітниками і аспірантами (назва, ПІБ);**

**3.3 Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях;**

Опубліковано 1 підручник, 1 посібник, 10 статей (у т.ч. 4 в наукометричних базах даних).

* **Розробка інформаційного і програмного забезпечення для моделей опису процесів і компактного зберігання даних та дослідження аномальних поведінок об'єктів в комп'ютерній мережі.** Наук. керівник: д. фіз.-мат. наук, доц. Венгерський П.С., № ДР 0123U101815, термін виконання: 2023–2025 рр.

**3.1 Резюме;**

Розроблено алгоритми та правила реагування на поштові повідомлення, оцінка ймовірностей та ризиків їх віднесення до категорії шкідливих та реакція на отримання та відмова у їх відсилці. Вдосконалення методики та правил реагування на події FALSE POSITIVE в щоденній роботі SOC команди.

Проаналізовано можливість автоматизації створення детальних описів процесів та оптимізації методів зберігання даних для ефективного пошуку інформації. Дослідження спрямовані на розробку компактних рішень для зберігання даних з використанням інноваційних алгоритмів стиснення і методів структурування даних для забезпечення ефективного зберігання і швидкого пошуку даних, пов'язаних з мережею. Крім того, дослідження аномальної поведінки мережевих об'єктів вимагатиме побудови складних моделей виявлення аномалій і використання алгоритмів машинного навчання для моніторингу в реальному часі та ідентифікації нерегулярних патернів у мережі, що в кінцевому підсумку призведе до розробки проактивних заходів безпеки і протоколів для забезпечення цілісності і стабільності комп'ютерної мережі.

Розроблено алгоритм роботи окремих модулів програмного забезпечення для моделей опису процесів і компактного зберігання даних та дослідження аномальних поведінок об'єктів в комп'ютерній мережі

**3.2 Захищені дисертації співробітниками і аспірантами (назва, ПІБ);**

**3.3 Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових** **праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях;**

Опубліковано 2 монографії, 1 підручник, 3 навчальних посібники, 27 статей (у тому числі 3 статті у виданнях, які мають імпакт-фактор, 8 статей у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз даних, 9 статей у фахових виданнях України, 7 статей в інших виданнях України) та 4 тези доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях.

Х. Розвиток матеріально-технічної бази наукових досліджень та розробок

 *(навести дані про закупівлю за останній рік унікальних наукових приладів та обладнання іноземного або вітчизняного виробництва, їх вартість, у вигляді таблиці за формою нижче)*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №з/п | Назва приладу (українською мовою та мовою оригіналу) і його марка, рік випуску, фірма-виробник, країна походження | Науковий(і) напрям(и) та структурний(і) підрозділ(и), для якого (яких) здійснено закупівлю | Вартість,тис. гривень |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
|  |  |  |  |

XІ. Заключна частина

*(надати зауваження та пропозиції щодо забезпечення ректоратом Університету / департаментом науково – технічного розвитку МОН організації та координації наукового процесу у підрозділах закладів вищої освіти та наукових установах, основних труднощів та недоліків в роботі підрозділів закладів вищої освіти та наукових установ при провадженні наукової та науково-технічної діяльності у 2020 році; щодо налагодження більш ефективної роботи в організації цих процесів.)*

 **Декан факультету** *\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ І. І. Дияк*

**(керівник наукового підрозділу) (підпис) (ініціали, прізвище)**