

O'ZBEKISTON TARAQQIYOT STRATEGIYASINING USTUVOR YO'NALISHLARI BO'YICHA TADQIQOTLAR

II Respublika ilmiy-amaliy konferensiya
MATEARIALLARI



1-JILD | 2-SON

2025-YIL

O‘ZBEKISTON TARAQQIYOT STRATEGIYASINING USTUVOR YO‘NALISHLARI BO‘YICHA TADQIQOTLAR

**II RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY
KONFERENSIYASI MATERIALLARI**

2025-yil, oktyabr

TOSHKENT-2025

ISBN-978-9910-8337-1-7

O'zbekiston taraqqiyot strategiyasining ustuvor yo'nalishlari bo'yicha tadqiqotlar II Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari to'plami. 1-jild, 2-son (oktyabr, 2025-yil). – 25 bet.

Mazkur nashr ommaviy axborot vositasi sifatida 2025-yil, 8-iyulda C-5669862 son bilan rasman davlat ro'yaxatidan o'tkazilgan.

Elektron nashr: <https://konferensiyalar.com>

Konferensiya tashkilotchisi: "Scienceproblems Team" MChJ

Konferensiya o'tkazilgan sana: 2025-yil, 13-oktyabr

Mas'ul muharrir:

Isanova Feruza Tulqinovna

Annotatsiya

Mazkur to'plamda "O'zbekiston taraqqiyot strategiyasining ustuvor yo'nalishlari bo'yicha tadqiqotlar" mavzusidagi II Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari jamlangan. Nashrda respublikaning turli oliy ta'lim muassasalari, ilmiy markazlari va amaliyotchi mutaxassislari tomonidan tayyorlangan maqolalar o'rin olgan bo'lib, ular ijtimoiy-gumanitar, tabiiy, texnik va yuridik fanlarning dolzarb muammolari va ularning innovatsion yechimlariga bag'ishlangan.

Ushbu nashr ilmiy izlanuvchilar, oliy ta'lim o'qituvchilari, doktorantlar va soha mutaxassislari uchun foydali qo'llanma bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: ilmiy-amaliy konferensiya, strategiya, ustuvor yo'nalishlar, innovatsion yondashuv, zamonaviy fan, fanlararo integratsiya, ilmiy-tadqiqot, nazariya va amaliyot, texnologik taraqqiyot, ilmiy hamkorlik.

Barcha huquqlar himoyalangan.

© Scienceproblems team, 2025-yil

© Mualliflar jamoasi, 2025-yil

MUNDARIJA

TEXNIKA FANLARI

Aliyev Nodirbek

CHEGARAVIY MASALALARNI YECHISH UCHUN SUN'YI INTELLEKT ELEMENTLARI ASOSIDAGI GIBRID INTEGRATSIYA MODELİ	4-9
---	-----

FILOLOGIYA FANLARI

Mustafayev Ozod

RAQAMLI DAVR ADABIYOTI: O'ZBEKISTONDA INTERAKTIV IJOD VA ONLAYN MUHIT SHAKLLANISHI	10-13
---	-------

Islamova Nozima

O'ZBEKISTON TARAQQIYOT STRATEGIYASI DOIRASIDA INGLIZ TILINI O'QITISHDA NEYROLINGVISTIK YONDASHUVLARNING INSON KAPITALI RIVOJLANISHIGA TA'SIRI.....	14-17
--	-------

Norbekova Gulrux

J. K. ROULINGNING "HARRY POTTER" ASARLARIDAGI AFSUN VA SEHR-JODUGA OID LEKSIK BIRLIKLARNING KONSEPTUAL TADQIQI	18-21
---	-------

PEDAGOGIKA FANLARI

Abdullayeva Ziroatxon

ZAMONAVIY PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA TALABALARDA REFLEKTIV TAFAKKURNI SHAKLLANTIRISH VA RIVOJLANTIRISH METODIKASINING AMALIY QO'LLANILISHI.....	22-24
---	-------

TEXNIKA FANLARI

CHEGARAVIY MASALALARNI YECHISH UCHUN SUN'IY INTELLEKT ELEMENTLARI ASOSIDAGI GIBRID INTEGRATSIYA MODEL

Aliyev Nodirbek Hamidullo o'g'li

Akfa buildings materials MCHJ statistigi

Email: nodiriyaa@gmail.com

Tel: +998935553300

Orcid ID: 0009-0006-2038-5755

Annotatsiya. Mazkur maqolada chegaraviy masalalarni yechish uchun sun'iy intellekt elementlariga asoslangan gibrid integratsiya modeli ishlab chiqilgan. An'anaviy sonli usullar (Finite Element, Finite Difference, Spectral Methods) murakkab nolinear va yuqori o'lchamli chegaraviy masalalarni yechishda ko'p vaqt va katta hisoblash resurslarini talab etadi. Shu sababli, maqolada fizik qonunlarga asoslangan neyron tarmoqlar — Physics-Informed Neural Networks (PINN) konsepsiyasi asosida yangi gibrid model taklif qilinadi. Ushbu model differensial tenglamalarning chegaraviy shartlarini integratsiyalashda an'anaviy matematik algoritmlar va sun'iy intellektning o'z-o'zidan o'rganish qobiliyatini birlashtiradi. Tadqiqotda hisoblash murakkabligi, xatolik darajasi va yaqinlashuv tezligi ko'rsatkichlari tahlil qilinib, ular O'zbekiston sharoitida ilmiy-texnik hisoblash dasturlarini avtomatlashtirish imkonini beradi. Natijalar gibrid AI-integratsiya modelining differensial masalalarni tez, aniq va barqaror yechishda samarali ekanligini ko'rsatadi. Modelning dasturiy ta'minoti Python asosidagi TensorFlow va NumPy kutubxonalarida sinovdan o'tkazilgan.

Kalit so'zlar: chegaraviy masalalar, sun'iy intellekt, gibrid integratsiya, Physics-Informed Neural Network, differensial tenglama, integrallash, neyron tarmoq, optimallashtirish, hisoblash murakkabligi, yaqinlashuv, nolinear model, dasturiy ta'minot, parallel hisoblash, Python, TensorFlow.

A HYBRID INTEGRATION MODEL BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE ELEMENTS FOR SOLVING BOUNDARY VALUE PROBLEMS

Aliyev Nodirbek Hamidullo o'g'li

Statistician, Akfa Building Materials LLC

Annotation. This article presents a hybrid integration model based on artificial intelligence elements for solving boundary value problems. Traditional numerical methods (Finite Element, Finite Difference, Spectral Methods) require significant time and computational resources to solve complex nonlinear and high-dimensional boundary value problems. To address this, the article proposes a new hybrid model based on the concept of Physics-Informed Neural Networks (PINN). This model combines traditional mathematical algorithms with the self-learning capabilities of artificial intelligence to integrate boundary conditions of differential equations. The study analyzes metrics such as computational complexity, error rates, and convergence speed, demonstrating their applicability for automating scientific and technical computing software in the context of Uzbekistan. The results show that the hybrid AI-integration model is effective in solving differential equations quickly, accurately, and reliably. The model's software implementation was tested using Python-based TensorFlow and NumPy libraries.

Key words: boundary value problems, artificial intelligence, hybrid integration, Physics-Informed Neural Network, differential equation, integration, neural network, optimization, computational complexity, convergence, nonlinear model, software, parallel computing, Python, TensorFlow.

Chegaraviy masalalarni (Boundary Value Problems – BVP) yechish nazariyasi zamonaviy informatikaning matematik modellash, hisoblash mexanikasi va fizik jarayonlarni raqamli integratsiyalashdagi eng fundamental yo'nalishlaridan biridir. Ushbu masalalar asosan differensial tenglamalar tizimiga asoslanib, ular orqali murakkab tizimlarning ichki dinamikasi,

energetik holati, issiqlik, massaviy yoki to'liqinli o'tish jarayonlari matematik jihatdan ifodalanadi. Klassik yechim yondashuvlari — finite difference (FDM), finite element (FEM), boundary element (BEM), va spectral usullar — o'z vaqtida fan taraqqiyotining markazida bo'lgan, biroq hozirgi kunda murakkab geometriyasi, ko'p o'lchovli va nolinear tizimlarda hisoblash murakkabligining eksponentsial o'sishi sababli o'z chegaralariga yetmoqda [1]. Bu jarayon "hisoblash murakkabligi paradoksi" deb ataladi, ya'ni aniqlikni oshirish uchun zarur bo'lgan hisoblash quvvati modelning o'lchoviga nisbatan geometrik tarzda ortib boradi.

Shu sharoitda sun'iy intellekt (SI) va chuqur o'rganish (Deep Learning) asosida ishlab chiqilgan Physics-Informed Neural Networks (PINN) konsepsiyasi informatika fanining nazariy paradigmasini yangilagan. PINN modeli differensial tenglamalar yechimini neyron tarmoqning energiya funksionali (loss function) tarkibiga fizik qonunlar, chegaraviy va boshlang'ich shartlarni kiritish orqali hosil qiladi [2]. Bu yondashuvning epistemologik mohiyati shundaki, model "tajriba ma'lumotlari asosida o'rganish"dan "nazariy qonuniyatlar asosida o'rganish" bosqichiga o'tadi. Shunday qilib, PINN — klassik matematik analiz va statistik o'rganish nazariyasining integratsiyasini ta'minlovchi gibrid ilmiy paradigma hisoblanadi.

So'nggi yillardagi xalqaro tadqiqotlar ushbu paradigmaga yangi nazariy chuqurlik olib kirdi. Gie va Wang (2024) tomonidan taklif etilgan Semi-Analytic PINN modeli singulyar perturbatsiyali differensial tenglamalar uchun yarim-analitik yechimlarni ishlab chiqish orqali an'anaviy PINN'ning konvergensiya tezligini 27% ga oshirgan [3]. Jagtap va Karniadakis (2022) esa Extended PINN (XPINN) modelini ishlab chiqib, domenni segmentlarga ajratish orqali parallel hisoblash imkonini yaratdi, bu esa katta o'lchamli PDE'lar uchun amaliy yechimlar olishni osonlashtirdi [4]. Shuningdek, Cong va hamkorlari (2025) tomonidan ilgari surilgan Physics-Informed Derivative Network (PIDN) yondashuvi differensial hosilalarni neyron tarmoqlar ichida to'g'ridan-to'g'ri o'rganish imkonini yaratib, tabiiy konveksiya qatlamlari uchun barqarorlikni 15–18% ga oshirganini ko'rsatdi [5].

Bu rivojlanishlar matematikaning an'anaviy metodlarini sun'iy intellekt bilan uyg'unlashtirish orqali yangi "Computational Hybrid Intelligence" paradigmasini shakllantirdi. Luong va boshqalar (2025) tomonidan ishlab chiqilgan Decoupled PINN (dPINN) modeli murakkab chegaraviy shartlar uchun loss funksiyasini bo'laklash (segmentation) orqali xatoliklarni lokallashtirishni ta'minladi, bu esa yechimning aniqligini 20% ga yaxshiladi [6]. Shu bilan birga, PINN metodining asosiy ustunligi — u eksperimental ma'lumotlar mavjud bo'lmagan yoki kam bo'lgan holatlarda ham nazariy aniqlik bilan yechimlarni bashoratlay oladi.

OECD (2023) va UNESCO (2024) hisobotlariga ko'ra, fizik qonunlarga asoslangan sun'iy intellekt yondashuvlari global ilmiy hisoblash samaradorligini o'rtacha 40% ga oshiradi, energetik resurs sarfini 25% gacha kamaytiradi va barqarorlikni sezilarli darajada yaxshilaydi [7]. Shu sababli, gibrid integratsiya modeli – ya'ni klassik sonli algoritmlar (FEM, FDM, BEM) bilan PINN, XPINN, PIDN singari neyron modellarni birlashtirish – nafaqat nazariy, balki iqtisodiy va ekologik jihatdan ham samarador yechimlar ishlab chiqish imkonini beradi.

Natijada, "chegaraviy masalalarni yechish uchun sun'iy intellekt elementlariga asoslangan gibrid integratsiya modeli" yo'nalishi informatikaning nazariy asoslarini yangi bosqichga olib chiqadi. Ushbu yondashuv orqali differensial tenglamalar uchun energiya-moslashuvchan integratsiya modellarini yaratish, yechimlarni optimallashtirish, xatolikni probabilistik tarzda baholash va ko'p o'lchovli tizimlarda hisoblash vaqtini keskin kamaytirish

mumkin. Bu modelning nazariy natijalari ilmiy hisoblashlar, fizika, muhandislik va kompyuter matematikasi uchun universal yechim platformasini shakllantirishga xizmat qiladi.

Sun'iy intellekt elementlariga asoslangan gibrid integratsiya modelining samaradorligi an'anaviy sonli usullar (Finite Element Method – FEM, Finite Difference Method – FDM) bilan taqqoslab o'rganildi. Eksperimental hisob-kitoblar differensial issiqlik o'tkazuvchanlik tenglamasi va nolinear Poisson tipidagi chegaraviy masalalar asosida o'tkazildi. Hisoblashlar uchun Python platformasida TensorFlow (PINN moduli) va FEniCS (FEM moduli) kutubxonalari integratsiya qilindi. Maqsad — hisoblash tezligi, xatolik darajasi, va barqarorlik koeffitsienti kabi ko'rsatkichlar asosida yangi gibrid modelning ustunliklarini aniqlashdan iborat.

1-jadval.

Gibrid PINN–FEM integratsiya modeli va klassik FEM natijalari taqqoslanishi

№	Hisoblash usuli	O'lchov (Grid points)	O'rtacha xatolik (MSE)	Hisoblash vaqti (s)	Konvergeniya bosqichlari	Barqarorlik koeffitsienti (S)
1	FDM (klassik)	10×10	1.72×10^{-2}	1.46	132	0.72
2	FEM	20×20	8.43×10^{-3}	2.81	118	0.78
3	FEM (adaptiv)	40×40	4.92×10^{-3}	6.54	104	0.84
4	PINN (faqat AI)	40×40	3.81×10^{-3}	4.92	85	0.88
5	Gibrid PINN–FEM	40×40	2.47×10^{-3}	3.27	62	0.94

Manba: Python TensorFlow + FEniCS integratsiyasi ma'lumotlari asosida muallif ishlanmasi

Birinchi jadvalda Poisson tipidagi chegaraviy masalalarni yechishda an'anaviy sonli yondashuvlar (FDM, FEM, Adaptiv FEM) bilan taklif etilgan gibrid PINN–FEM modelining natijalari solishtirildi. Empirik ma'lumotlar tahliliga ko'ra, gibrid modelda o'rtacha xatolik (MSE) 1.72×10^{-2} dan 2.47×10^{-3} gacha kamaygan, bu taxminan 85,6 % aniqlikning oshishini bildiradi. Bu natija sun'iy neyron tarmog'ining chegaraviy shartlar va ichki differensial operatorlar o'rtasidagi noaniqlikni adaptiv tarzda o'rganish qobiliyati bilan izohlanadi. An'anaviy FEM modelida konvergensiya 104 iteratsiyada amalga oshgan bo'lsa, gibrid modelda bu jarayon 62 iteratsiyaga qisqargan — ya'ni 40 % tezlashuv kuzatilgan. Shu bilan birga, hisoblash vaqti 6.54 s dan 3.27 s gacha qisqargan bo'lib, bu resurs tejamlorlik nuqtai nazaridan muhim natija hisoblanadi. Modelning barqarorlik koeffitsienti 0.72 dan 0.94 gacha o'sishi uning vaqt bo'yicha stabilligini, energiya fluktuatsiyalariga nisbatan sezgirlikning pasayganini va tarmoqning ichki regularizatsiya mexanizmi to'g'ri ishlayotganini ko'rsatadi.

Ikkinchi nazariy jihatdan, gibrid PINN–FEM modeli fizik qonuniylilikni saqlovchi yo'qotish funksiyasi (physics-constrained loss function) yordamida klassik sonli integratsiya va neyron tarmoqni birlashtirgan. PINN komponenti chegaraviy shartlarni bevosita loss funksiyaga kiritganligi sababli, sonli differensial sxemadagi lokal xatoliklar avtomatik tarzda neyron og'irliklar (weights) orqali minimallashtirilgan. Bu yondashuv FEMdagi "mesh resolution" bilan bog'liq aniqlik cheklovlarini yumshatib, xatolikni domen bo'yicha bir tekis taqsimlaydi. Natijada, integratsiya jarayonida gibrid modelning yaqinlashish trayektoriyasi monotonik shaklga ega bo'lgan — bu esa numerik sathdagi noaniqliklarning neyron parametrlar orqali kompensatsiyalanganini bildiradi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, fizik

qonunlarni o'zlashtiruvchi neyron tarmoq an'anaviy FEM algoritmining deterministik strukturasi bilan uyg'unlashganda, nafaqat aniqlik, balki hisoblash barqarorligi va tezligi jihatidan ham sezilarli yutuqlarga erishiladi. Shu sababli, gibrid PINN–FEM modeli differensial tenglamalarni yechishda matematik barqarorlik, hisoblash samaradorligi va energiya saqlanishini birlashtirgan yangi sinfli integratsiya mexanizmi sifatida ilmiy asosga ega.

2-jadval.

Nolinear issiqlik o'tkazuvchanlik masalasida AI integratsiyasining samaradorlik ko'rsatkichlari

No	Model turi	Epoch (ta'lim bosqichi)	O'rtacha xatolik (RMSE)	Hisoblash vaqti (s)	GPU yuklamasi (%)	Barqarorlik indeksi (St)	Relativ tezlik nisbati (η)
1	PINN	50,000	3.56×10^{-3}	7.82	78	0.88	1.00
2	PIDN	50,000	2.94×10^{-3}	6.95	73	0.91	1.13
3	XPINN	30,000	2.71×10^{-3}	5.46	68	0.92	1.43
4	Gibrid PINN–PIDN	30,000	1.98×10^{-3}	4.33	64	0.96	1.80

Manba: TensorFlow 2.16 asosidagi GPU eksperiment ma'lumotlari asosida muallif hisob-kitoblari.

Ikkinchi jadvalda sun'iy intellekt asosidagi turli integratsiya modellarining (PINN, PIDN, XPINN va Gibrid PINN–PIDN) nolinear issiqlik o'tkazuvchanlik masalalarini yechishdagi hisoblash samaradorligi, aniqlik va barqarorlik ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Tahlil natijalariga ko'ra, gibrid PINN–PIDN modeli barcha boshqa modellar bilan solishtirganda yuqori natijalarni namoyish etgan: o'rtacha xatolik (RMSE) 3.56×10^{-3} dan 1.98×10^{-3} gacha kamaygan, bu 44,4 % aniqlik oshishini anglatadi. Shu bilan birga, hisoblash vaqti 7.82 soniyadan 4.33 soniyaga qisqargan (ya'ni 1.8 baravar tezlik oshgan). Bunday natijalar PIDN yondashuvining differensial hosilalarni to'g'ridan-to'g'ri o'rganish imkoniyati bilan izohlanadi. Bu orqali tarmoq ichki qatlamlarida differensial operatorlarning "yodlash" mexanizmi shakllanib, tarmoq o'z-o'zini barqarorlashtiruvchi adaptiv fazoda ishlay olgan. GPU yuklamasining 78 % dan 64 % gacha kamaygani energiya samaradorligi va hisoblash resurslarining optimallashtirilganligini ko'rsatadi. Barqarorlik indeksi 0.88 dan 0.96 gacha ko'tarilishi esa modelning iteratsion barqarorligi, ya'ni vaqt bo'yicha konvergent holatga tez yetish qobiliyatini tasdiqlaydi.

Nazariy nuqtai nazardan, gibrid PINN–PIDN arxitekturasini fizik qonuniyatlarga moslashtirilgan neyron o'rganish paradigmasini namoyish etadi. PINN komponenti PDE tuzilmasining asosiy fizik cheklovlarini yo'qotish funksiyasiga (loss function) integratsiya qilgan bo'lsa, PIDN komponenti gradientli axborotni to'liq o'zlashtirib, hosilalar ketma-ketligida xatoliklarni regressiv tarzda minimallashtirgan. Bu yondashuv natijasida tarmoqning o'rganish trayektoriyasi klassik stochastic gradient descent (SGD) usullariga nisbatan monotonik yaqinlashish xususiyatini namoyon etgan. XPINN modelidagi domen bo'lish prinsipi ham parallelizatsiya orqali tezlikni oshirgan bo'lsa-da, gibrid PINN–PIDN modelining asosiy ustunligi uning universal konvergent fazoviy strukturani hosil qila olganidadir. Demak, bunday gibrid tizimlar — sun'iy intellekt yordamida fizik qonunlarga asoslangan raqamli integratsiya

usullarining keyingi evolyutsion bosqichidir. Bu model differensial masalalar nazariyasida nafaqat aniqlik va tezlikni, balki nazariy barqarorlik va fizik interpretatsiya izchilligini ham ta'minlay oladi.

Sun'iy intellekt elementlariga asoslangan gibrid integratsiya modeli chegaraviy masalalarni yechish nazariyasida yangi ilmiy paradigma sifatida shakllanmoqda. U klassik matematik yondashuvlar — Finite Element (FEM), Finite Difference (FDM) va boshqa sonli integratsiya metodlarini chuqur o'rganish asosidagi neyron tarmoqlar (Physics-Informed Neural Networks, PINN) bilan birlashtiradi. Ushbu integratsiya modeli differensial tenglamalarning fizik qonunlarini tarmoqning o'rganish fazosiga kiritish orqali murakkab, nolinear va ko'p o'lchovli jarayonlarni modellashtirishda yuqori aniqlik, tezlik va barqarorlikni ta'minlash imkonini beradi. Bunday yondashuv matematik fizika, hisoblash mexanikasi, issiqlik almashinuvi va energetik tizimlarda hisoblash samaradorligini tubdan oshirishga xizmat qiladi.

Birinchidan, tahlillar shuni ko'rsatdiki, gibrid PINN–FEM modeli klassik FEM va FDM usullariga nisbatan o'rtacha xatolikni 1.72×10^{-2} dan 2.47×10^{-3} gacha kamaytirib, aniqlikni 85,6 % ga oshirgan. Hisoblash vaqti 6.54 soniyadan 3.27 soniyaga qisqarib, resurs tejamlorlik darajasi 50 % atrofida bo'lgan. Bunday samaradorlikning ilmiy sababi — PINN tarmog'ining chegaraviy shartlarni avtomatik tarzda o'rganish, fizik qonunlarni loss funksiyasida mustaqil tarzda minimallashtirish va klassik FEM tuzilmasidagi lokal xatoliklarni neyron og'irliklar orqali kompensatsiya qilish xususiyatidadir. Shuningdek, barqarorlik koeffitsienti 0.72 dan 0.94 gacha oshgani bu yondashuvning energetik muvozanatni saqlash va fluktuatsiyalarga chidamli bo'lish qobiliyatini isbotladi.

Ikkinchidan, nolinear issiqlik o'tkazuvchanlik masalalari bo'yicha o'tkazilgan sinovlar gibrid PINN–PIDN modelining ustunligini yanada tasdiqladi: o'rtacha xatolik 44,4 % ga kamaygan, hisoblash tezligi esa 1,8 baravar oshgan. Bu natijalar sun'iy intellekt yordamida differensial operatorlarning hosilaviy strukturasini (derivative hierarchy) neyron tarmoq ichida modellashtirish imkonini beradi. Modelning barqarorlik indeksi 0.96 ga yetgani uning konvergentlik xususiyatini, ya'ni iteratsion jarayonda tezlik va aniqlik o'rtasidagi optimal muvozanatni ta'minlay olishini ko'rsatadi. Shu asosda, gibrid integratsiya modeli an'anaviy hisoblash metodlari bilan AI texnologiyalarini uyg'unlashtirish orqali matematik barqarorlik, hisoblash samaradorligi va nazariy izchillikni birlashtirgan yangi avlod ilmiy hisoblash platformasi sifatida e'tirof etilishi mumkin.

Adabiyotlar/Литература/References:

1. Strikwerda, J. C. 2020. Finite Difference Schemes and Partial Differential Equations. SIAM Press.
2. Raissi, M., Perdikaris, P., & Karniadakis, G. E. 2019. Physics-Informed Neural Networks: A Deep Learning Framework for Solving Differential Equations. *Journal of Computational Physics*, 378, 686–707.
3. Gie, T., & Wang, Z. 2024. Semi-Analytic Physics-Informed Neural Networks for Singular Perturbation Problems. *Journal of Computational Mathematics*, 42(3), 501–524.
4. Jagtap, A. D., Kawaguchi, K., & Karniadakis, G. E. 2022. Extended Physics-Informed Neural Networks (XPINN) for Solving PDEs on Complex Domains. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 389, 114347.
5. Cong, X., et al. 2025. Physics-Informed Derivative Networks for Natural Convection Boundary Layers. *Scientific Reports*, 15, 4127.

6. Luong, N. T., et al. 2025. Decoupled Physics-Informed Neural Networks for Complex Boundary Conditions. Applied Mathematics and Mechanics, 46(2), 185–206.
7. OECD. 2023. AI and Scientific Discovery: Leveraging Machine Learning for Computational Efficiency. Paris: OECD Publishing.

O‘ZBEKISTON TARAQQIYOT STRATEGIYASINING USTUVOR YO‘NALISHLARI BO‘YICHA TADQIQOTLAR

II RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI MATERIALLARI
2025-yil, oktyabr

Mas’ul muharrir: *F.T.Isanova*
Texnik muharrir: *N.Bahodirova*
Diszayner: *I.Abdihakimov*

O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasining ustuvor yo‘nalishlari bo‘yicha tadqiqotlar. II Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari to‘plami. 1-jild, 2-son (oktyabr, 2025-yil). – 25 bet.

Mazkur nashr ommaviy axborot vositasi sifatida 2025-yil, 8-iyulda C-5669862 son bilan rasman davlat ro‘yxatidan o‘tkazilgan.

Elektron nashr: <https://konferensiyalar.com>

Konferensiya tashkilotchisi: “Scienceproblems Team” MChJ

Konferensiya o‘tkazilgan sana: 2025-yil, 13-oktyabr

ISBN-978-9910-8337-1-7

Barcha huqular himoyalangan.
© Scienceproblems team, 2025-yil.
© Mualliflar jamoasi, 2025-yil.