

Облікова картка ДіР



I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0226U002303

Державний реєстраційний номер: 0124U001041

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 13-02-2026

II. Етап виконання ДіР

Номер етапу: 2

Назва етапу: Аналіз роботи модулів часо-проекційної камери на космічних променях.

Початок етапу: 01.2025

Закінчення етапу: 12.2025

Вид звітного документа: Проміжний звіт

III. Відомості про виконавця ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

Місцезнаходження: вул. Володимирська, буд. 60, м. Київ, 01033, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380442393333, 380442393230

IV. Відомості про співвиконавців ДіР

V. Відомості про замовника ДіР

Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи): Міністерство освіти і науки України

Код за ЄДРПОУ: 38621185

Місцезнаходження: проспект Берестейський, буд. 10, м. Київ, 01135, Україна

Форма власності:

Сфера управління: Кабінет Міністрів України

Ідентифікатор ROR: Не застосовується

Розмір організації:

Телефон: 380444813221

VI. Джерела, напрями та обсяги фінансування ДіР

Підстава для проведення ДіР: 34 - договір (замовлення) з центральним органом виконавчої влади, академією наук (головними розпорядниками бюджетних коштів на проведення НДДКР)

Напрямок фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження

Джерела фінансування

7713 - кошти держбюджету

Код програмної класифікації видатків і кредитування (КПКВК): 2201040

Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.): 1279.510

VII. Відомості про ДіР

Назва роботи українською:

Модульна часо-проекційна камера на зрідженому аргоні для дослідження осциляції нейтрино в експерименті DUNE.

Назва роботи англійською:

Modular time-projection chamber on liquid argon for the study of neutrino oscillation in the DUNE experiment.

Реферат українською:

Мета проекту – вимірювання перерізів взаємодії нейтрино з ядрами ^{40}Ar . Експериментальні дослідження взаємодій нейтрино з ядрами і врахування ядерного оточення буде пов'язано з перевіркою теоретичних передбачень. Основні завдання, на вирішення яких спрямовано дослідження: Монте-Карло симуляція фізичних процесів у часо-проекційній камері (ЧПК), спричинених взаємодією нейтрино різних ароматів з аргонном; розробка алгоритмів реконструкції треків в 2D / 3D-геометриях і ідентифікації частинок, в тому числі використання методів ML, калібрування dQ/dx окремих модулів збірки; експериментальне вимірювання і теоретичні розрахунки нейтринних перерізів при взаємодії з атомними ядрами; дослідження множинності заряджених частинок в нейтринних взаємодіях. ЧПК на основі зрідженого аргону є перспективними детекторами нейтрино, що дозволяють вимірювати енергію, ідентифікувати аромат нейтрино та реконструювати вторинні частинки завдяки 3D-візуалізації треків. Для забезпечення великої маси чутливої речовини ЧПК будуються у модульній конфігурації, де кожен модуль є компактною камерою з короткою довжиною дрейфу електронів, безпечними напругами й високою роздільною здатністю. Експеримент DUNE реалізує цю технологію на ближньому детекторі. Загалом в експерименті буде використовуватись загалом 40000 тонн аргону. Це забезпечує точне вимірювання перерізів взаємодії нейтрино, осциляційних ефектів, порушення CP-парності (точність до 1%), а також прогрес у вивченні маси нейтрино, розпаду протона та вибухів наднових. Основні виклики великих ЧПК: високі напруги (до 500 кВ) і ризик пробою, вимоги до чистоти аргону через захоплення електронів домішками кисню з погіршенням енергетичної роздільної здатності, складність реєстрації світлових сигналів, пов'язаних із релеївським розсіянням, домішки азоту спричиняють гасіння сцинтиляційного світла. Модульна структура дозволяє обійти це та працювати з вищими інтенсивностями подій. А врахування ядерних ефектів підвищує точність аналізу нейтринних взаємодій.

Реферат англійською:

The project aims to measure neutrino interaction cross sections on ^{40}Ar nuclei. Experimental studies of neutrino–nucleus interactions, including nuclear medium effects, will be combined with tests of theoretical predictions. The main objectives include Monte Carlo simulation of physical processes in a liquid argon time projection chamber (LArTPC) induced by neutrinos of different flavors; development of 2D/3D track reconstruction and particle identification algorithms, including the use of machine learning methods; calibration of dQ/dx for detector modules; experimental measurements and theoretical calculations of neutrino cross sections; and studies of charged-particle multiplicity in neutrino interactions. Liquid argon TPCs are advanced neutrino detectors capable of precise energy measurement, flavor identification, and 3D reconstruction of secondary particles. To ensure large active mass, they are designed in a modular configuration, where each module operates with a short electron drift distance, moderate voltages, and high spatial resolution. The DUNE experiment implements this technology in its near detector system, with a total of 40 kilotons of liquid argon planned. This enables precise measurements of neutrino cross sections, oscillation parameters, CP violation (with percent-level sensitivity), and advances in studies of neutrino mass ordering, proton decay, and supernova neutrinos. Key challenges of large LArTPCs include high-voltage operation (up to 500 kV), strict argon purity requirements due to electron attachment, and photon detection complexities. A modular design mitigates these

risks and supports operation at higher event rates. Proper treatment of nuclear effects further improves the accuracy of neutrino interaction analysis.

Індекс УДК: 539.1.08

Коди тематичних рубрик: 29.15.39

Керівники роботи

Власне Прізвище Ім'я По-батькові: Аушев Володимир Єгорович

Науковий ступінь: д. ф.-м. н.

Вчене звання:

Ідентифікатор ORCID ID:

Додаткова інформація:

VIII. Наукова (науково-технічна) продукція (НТП)

Назва НТП українською: Інтеграція підтримки глибоких нейронних мереж.

Назва НТП англійською: Integration of deep neural network support.

НТП, яку передбачалося створити: Створено

Причини, через які НТП не було створено:

Отримані результати: Методи, теорії, гіпотези

Галузь застосування: 72.Наукові дослідження та розробки.

Реєстраційний номер картки технології:

Опис НТП: Розроблено та апробовано підхід до застосування методів машинного навчання у задачах реконструкції подій у детекторах на зрідженому аргоні. Запропоновані алгоритмічні рішення спрямовані на підвищення точності визначення параметрів взаємодії та стабільності обробки експериментальних даних. Отримані результати можуть бути використані при модернізації програмних засобів реконструкції в нейтринних експериментах.

Соціально-економічна спрямованість НТП: Економія енергоресурсів, Зменшення зносу обладнання

Вплив НТП на довкілля:

Впровадження НТП: Впроваджено

Практична реалізація НТП

Початок етапу: 01.2025

Закінчення етапу: 12.2025

Споживачі продукції: науковці, науково-педагогічні працівники, здобувачі вищої освіти, наукові колаборації

Перспективні ринки: Освітній та науково-дослідний сектор України та міжнародних наукових програм.

Характер співробітництва з інвестором

Потрібний обсяг інвестицій, тис. грн.:

Права, що надаються інвестору після завершення роботи:

Наявність бізнес-плану:

Техніко-економічне обґрунтування:

Потенціальний обсяг продажу, тис. грн.:

Очікуваний термін окупності (років):

Додаткова інформація:

IX. Бібліографічний опис

Abed Abud A., Abi B., Acciarri R., V. Aushev, ..., O. Gogota, ..., Neutrino interaction vertex reconstruction in DUNE with Pandora deep learning, Eur.Phys.JC 85 (2025) 697, 697, <https://doi.org/10.1140/epjc/sl0052-025-14313-8>

Abed Abud A., Abi B., Acciarri R., V. Aushev, ..., O. Gogota, ..., Supernova pointing capabilities of DUNE. Phys.Rev.D 111 (2025) 9, 092006. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.111.092006> .

R. Abbasi, M. Ackermann, J. Adams ..., V. Aushev Measurement of the inelasticity distribution of neutrino-nucleon interactions for 80 GeV<Eν<560 GeV with IceCube DeepCore. Phys.Rev.D 111 (2025) 11, 112001. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.111.112001>

Abbaslu, Saeed, Abed Abud A., Abi B., Acciarri R., V. Aushev,..., O. Gogota, ..., Spatial and temporal evaluations of the liquid argon purity in ProtoDUNE-SP, JINST 20 (2025) 09, P09008, <https://doi.org/10.1088/1748-0221/20/09/P09008>

Abed Abud A., Abi B., Acciarri R., V. Aushev, ..., O. Gogota, ..., The track-length extension fitting algorithm for energy measurement of interacting particles in liquid argon TPCs and its performance with ProtoDUNE-SP data, JINST 20 (2025) 02, P02021, <https://doi.org/10.1088/1748-0221/20/02/P02021>

О.М. Горбаченко, В.А. Плюйко. Deformation Parameters of Atomic Nuclei from Photoabsorption Data and Its Impact on Photoabsorption Cross Sections. Параметри деформації атомних ядер з даних по фотопоглинанню та їх вплив на перерізи фотопоглинання. Ukrainian Journal of Physics, 70(3), 151. <https://doi.org/10.15407/ujpe70.3.151>

В. А. Плюйко, О.М. Горбаченко, Н.О. Романовський, Систематика енергій дипольних пігмі резонансів у середніх і важких атомних ядрах з надлишком нейтронів, Ядерна фізика та енергетика 26 (2025) 105-112, <https://doi.org/10.15407/inpaе2025.02.105>

С.Ю. Межевич, О.А. Понкратенко, Ю.М. Степаненко, В.В. Улещенко, А.А. Рудчик, В.М. Кир'янчук, Ю.О. Ширма, Ю.С. Рознюк, І.І. Вертегел. Відмінність поверхневої структури ізотопів вуглецю, ефекти її впливу на розрахунки перерізів реакції $^{13}\text{C}(^{11}\text{B}, ^{10}\text{B})^{14}\text{C}$. ядерна фізика та енергетика 26 (2025) 031-036 (Nucl. Phys. At. Energy 2025, volume 26, issue 1, pages 31-36.). <https://doi.org/10.15407/jnpae2025.01.031>

L. Jenkovszky, Dip and bump in proton single-diffractive dissociation. Acta Phys. Pol. B Proc. Suppl. 18, 1-A7 (2025). <https://doi.org/10.5506/APhysPolBSupp.18.1-A7>

Kovalenko, D., Yermolenko, R., Gogota, O., & Gavrysh, L. (2025). Development and Evaluation of a Miniature Scintillation Gamma Spectrometer for Environmental Radiation Monitoring. Journal of Science and Mathematics Letters, 13(2), 87-106. <https://doi.org/10.37134/jsml.vol13.2.7.2025>

K. Abe, V. Aushev, ..., O. Gogota, et al. Sensitivity of the Hyper-Kamiokande experiment to neutrino oscillation parameters using acceleration neutrinos. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.15019>

S. Abbaslu, ...V. Aushev, O. Gogota et al., Measurement of Exclusive $\pi^+ - \text{argon}$ Interactions Using ProtoDUNE-SP, CERN-EP-2025-268; FERMILAB-PUB-25-0732-LBNF arXiv:2511.13462 [hep-ex] <https://doi.org/10.48550/arXiv.2511.13462>

S. Abbaslu, ...V. Aushev, O. Gogota et al., First Measurement of $\pi^+ - \text{Ar}$ and $p - \text{Ar}$ Total Inelastic Cross Sections in the Sub-GeV Energy Regime with ProtoDUNE-SP Data, FERMILAB-PUB-25-0814-LBNF, CERN-EP-2025-266, arXiv:2511.11925 [nucl-ex], <https://doi.org/10.48550/arXiv.2511.11925>

S. Abbaslu, ...V. Aushev, O. Gogota et al., Identification of low-energy kaons in the ProtoDUNE-SP detector CERN-EP-2025-231, FERMILAB-PUB-25-0717-LBNF, arXiv:2510.08380 [hep-ex] <https://doi.org/10.48550/arXiv.2510.08380>

Ko Abe, ...V. Aushev, O. Gogota et al., Hyper-Kamiokande: Neutrino Astrophysics and Status, 39th International Cosmic Ray Conference (ICRC2025), 15-24 July 2025, Geneva, Switzerland, DOI: <https://doi.org/10.22323/1.501.1215>

S. Abbaslu, ...V. Aushev, O. Gogota et al., Towards mono-energetic virtual ν beam cross-section measurements: A feasibility study of $\nu - \text{Ar}$ interaction analysis with DUNE-PRISM, FERMILAB-PUB-25-0627-LBNF, arXiv:2509.07664 [hep-ex], <https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.07664>

S. Abbaslu, ...V. Aushev, O. Gogota et al., Operation of a Modular 3D-Pixelated Liquid Argon Time-Projection Chamber in a Neutrino Beam, FERMILAB-PUB-25-0537-LBNF, arXiv:2509.07012 [physics.ins-det], <https://doi.org/10.48550/arXiv.2509.07Q12>

K. Abe, ...V. Aushev, O. Gogota et al., The Hyper-Kamiokande experiment: input to the update of the European Strategy for Particle Physics, arXiv:2506.16641 [hep-ex], <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.16641>

L.L. Jenkovszky, C. Merino, Critical Phenomena in Hadronic and DIS Processes, Nuclear Theory (nucl-th), arXiv:2508.15409 [hep-ph], <https://doi.org/10.48550/arXiv.2508.15409>

A. Abed Abud, ...V. Aushev, O. Gogota et al., DUNE Software and Computing Research and Development, arXiv:2503.23743 [physics.data-an], <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.23743>

Abed Abud, ...V. Aushev, O. Gogota et al., The DUNE Phase II Detectors, arXiv:2503.23293 [physics.ins-det], <https://doi.org/10.48550/arXiv.2503.23293>

Частина монографії В. Аушев, О. Гогота, Р. Єрмоленко, Ю. Оніщук Часо-проекційна камера для низькофонових експериментів С. 154 <https://atom.knu.ua/books/TPC.pdf>

Dr. Nadiia Sakhno, Dr. Ruslan Iermolenko, Dr. Olga Gogota, Dr. Oleksandr Gorbachenko. Simulation experiments for direct dineutron decay observation. 21-26 Sept 2025 Moho, European Nuclear Physics Conference 2025, (21-26 вересня 2025, Кан, Франція) <https://indico.in2p3.fr/event/30430/contributions/157651/>

Аналіз систематик енергій пігмі дипольного резонансу в атомних ядрах. В.А. Плюйко, О.М. Горбаченко, Н.О. Романовський. XXXII Щорічна наукова конференція Інституту ядерних досліджень НАН України (Київ, 26 - 30 травня 2025 року). С. 38-39. <https://indico.kinr.kviv.ua/event/4/book-of-abstracts.pdf>

Oleksandr Gorbachenko, Volodymyr Plujko, Nazarii Romanovsky i. Contribution of pygmy dipole resonance to the Energy-Weighted Sum Rule. Матеріали IV-ої заочної Міжнародної науково-практичної конференції, 11 листопада 2025 року, м. Київ. Київ: ТО "МАН", 2025. с. 104-106, <https://doi.org/10.56197/2025-4/4>, <https://man.org.ua/nv/index.php/confl/article/view/368>.

Доповідь на нараді МАГATE «CM on Evaluation of Photon Strength Functions» 12 -14 листопада 2025 (Відень, Австрія) <https://conferences.iaea.org/event/440/overview>. Volodymyr Plujko, Oleksandr Gorbachenko «Systematics of characteristics of pygmy dipole resonances in middle and heavy atomic nuclei with neutron excess» <https://conferences.iaea.org/event/440/contributions/38142/>

Р. Єрмоленко, А. Фалько, О. Гогота. Зимова школа з фізики 2024. Як штучний інтелект допомагає в полюванні на нейтрино. <https://www.youtube.com/watch?v=cxbpl5JSk&list=PjLA0i-mPG8VBcHsFxpBSVGGu6mY2kOFdq&index=7>

Українські фізики у серці світової науки. Аліна Волик. <https://www.facebook.com/share/p/17PGvgLYkm/>, https://www.linkedin.com/posts/r-i-taras-shevchenko-national-university-of-kyi-v-ukrainian-phvsicists-at-the-heart-of-global-activitv-7396829301871902720-3O3i?utm_source=share&utm_medium=memberdesktop&rcnT=ACoAAAXYmVkBjpvoNpGs9vDrl4lyn5XSj1lsy8M

Тарас Слюсар. Кваліфікаційна робота бакалавра. “Визначення маси топ кварка із експериментальних даних ЛНС для одно- і двовимірних диференціальних перерізів народження пари топ кварків”

Микита Спіцин. Кваліфікаційна робота бакалавра. “Оптимізація реконструкції кінематики топ-кварків з використанням відкритих даних експерименту CMS”.

Андрій Лень. Кваліфікаційна робота магістра. “Пошук рідкісних розпадів за каналом $K^0_s \rightarrow \mu^+ \mu^-$ в експерименті CMS на Великому Адронному Колайдері”.

Георгій Шередеко. Науково-дослідна практика із колайдерної фізики. “Відокремлення заряджених лептонів в детекторах Mx2”

Х. Заключні відомості

Керівник юридичної особи

Толстанова Ганна Миколаївна

д. б. н., 03.00.04

Перелік осіб-виконавців

Єнковський Ласло Ласлович

(д. ф.-м. н.)

Аушев Володимир Єгорович

Гогота Ольга Петрівна

(к. ф.-м. н.)

Горбаченко Олександр Миколайович

Кулаков Данило Сергійович

Кучер Арсеній Ігорович

Слюсар Тарас Олександрович

Шередеко Георгій Вікторович

Ширма Юрій Олегович

(к. ф.-м. н.)

Відповідальний за підготовку облікових документів

Бурих Алла Анатоліївна

Телефон

+380981140968

Реєстратор

Юрченко Тетяна Анатоліївна

Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності



Юрченко Тетяна Анатоліївна