Облікова картка дисертації

I. Загальні відомості

Державний обліковий номер: 0824U002665

Особливі позначки: відкрита

Дата реєстрації: 18-07-2024

Статус: Наказ про видачу диплома

Реквізити наказу МОН / наказу закладу: Наказ №152-к від 24.09.2024

II. Відомості про здобувача

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Чернишенко Сергій Борисович
2. Serhii Chernyshenko

Кваліфікація: пров.інж

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-2546-6080

Вид дисертації: доктор філософії

Аспірантура/Докторантура: так

Шифр наукової спеціальності: 104

Назва наукової спеціальності: Фізика та астрономія

Галузь / галузі знань: природничі науки

Освітньо-наукова програма зі спеціальності: ОП 47753 Фізика ядра, фізика елементарних частинок і високих енергій; ядерно-фізичні установки; радіаційна фізика конденсованого стану; фізика плазми і ядерного синтезу (104 Фізика та астрономія)

Дата захисту: 09-09-2024

Спеціальність за освітою: 104 Фізика та астрономія

Місце роботи здобувача: Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23724640

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

III. Відомості про організацію, де відбувся захист

Шифр спеціалізованої вченої ради (разової спеціалізованої вченої ради): ID 6681

Повне найменування юридичної особи: Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23724640

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

IV. Відомості про підприємство, установу, організацію, в якій було виконано дисертацію

Повне найменування юридичної особи: Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23724640

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

V. Відомості про дисертацію

Мова дисертації: Українська

Коди тематичних рубрик: 29.15.19, 29.15.35, 29.15.39, 90.27.38

Тема дисертації:

1. Концепція фіксованої металевої мікромішені та спосіб її реалізації в експерименті LHCb (ЦЕРН)

2. The concept of a fixed metal microtarget and its implementation in the LHCb experiment (CERN)

Реферат/анотація:

1. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі природничих наук за спеціальністю 104 – фізика та астрономія. – Інститут ядерних досліджень НАН України. Київ, 2024. Фізичні цілі експерименту LHCb (ЦЕРН) триваючих та наступних серій вимірів стосуються властивостей еволюції матерія-антиматерія, закономірностей універсальності лептонних ароматів та рідкісних мод розпаду важких ароматів, тощо. Для досягнення статистичної точності даних, достатньої для спостереження можливих сигналів Нової фізики (за межами Стандартної Моделі), передбачається суттєве підвищення миттєвій світності. Експеримент був модернізований UPGRADE I (2019 – 2021 р.р.) з метою проведення подальших досліджень фізики важких ароматів на Великому Адронному Колайдері (ВАК) при енергії до 14 ТеВ (p – p с.ц.м.) та миттєвої світності до 2*10^33 см^-2 с^-1 . Після завершення третьої та четвертої серії фізичних вимірів (RUN 3: 2022 – 2026 р.р., RUN 4: 2029 – 2033 р.р.) буде здійснено наступну модернізацію (UPGRADE II)

для забезпечення функціонування вимірювальних систем експерименту в епоху високої світності ВАК (HL-LHC) в п'ятій та шостій серії фізичних вимірів (RUN 5: 2036 – 2040, RUN 6: 2043 – 2047 р.р.) з миттєвою світністю до 1.2*1034 см-2 с-1. Програма цієї модернізації включає також можливу реалізацію режиму фіксованої металевої мікромішені. Дисертаційна робота присвячена розробці концепції фіксованої металевої мікромішені та способу її реалізації в експерименті LHCb. В рамках підготовки наступної модернізації експерименту (UPGRADE II, 2034 – 2035 р.р.) розвинуто ідею впровадження режиму фіксованої металевої мікро-мішені на основі технології металевих мікро-стріпових детекторів, створеної в ІЯД НАН України. Обґрунтовано доцільність такого режиму експерименту з точки зору розширення кола фізичних цілей, які, зокрема, включають оригінальну ідею реалізації потрійних ядерних зіткнень для дослідження властивостей матерії в нових умовах фазової діаграми квантової хромодинаміки при надвисоких густинах та температурах речовини. Широкий асортимент металевих мішеней надасть можливість раніше недосяжних досліджень закономірностей еволюції матерії в залежності від індивідуальних властивостей ядер (деформація, спін та ізоспін, наявність нейтронного гало, тощо). Наведено результати оцінки нових можливостей та переваг фізичних досліджень в такому режимі в порівнянні та на доповнення існуючої програми досліджень зіткнень релятивістських важких ядер з використанням газової мішені SMOG2, реалізованої наразі на ВАК лише в умовах експерименту LHCb. Зокрема, для вперше запропонованого пошуку потрійних зіткнень ядер наводиться оцінка залежності умов спостереження цього нового фізичного явища від товщини мікро-мішені в реакціях p+C+p та Pb+Pb+Pb. Представлено дизайн конструкції мішенної системи та її очікувані функціональні характеристики, необхідні для управління мікромішенню та стабілізації частоти взаємодії її ядер із прискореними ядрами пучка ВАК. Такий режим забезпечить прецизійну локалізацією області зіткнень ядер мішені із пучком ВАК. Представлено різні прототипи мішенної системи, функціонуючої в гало пучка ВАК в умовах ультрависокого вакууму із субмікронною точністю позиціювання. Розроблено конструкцію першого мішенного пристрою на основі п'єзоелектричних мікроелектромеханічних (MEMS) пристроїв для дослідження їх функціональних характеристик на тестових пучках в ЦЕРН. Управління мікромішенним комплексом буде здійснено функціонуючою системою моніторингу умов та безпеки експерименту RMS-R3. Функціональні характеристики системи RMS-R3 орієнтовані на забезпечення ефективних фізичних вимірів у третій серії накопичення даних (RUN3, 2022-2026 р.р.). Флуктуації вихідної частоти детекторних модулів не перевищують 5 Гц при частоті їх відгуку 100 кГц при номінальній світності експерименту в p – p зіткненнях 2.0*10^33 см^-2·с^-1. Нижня межа чутливості RMS-R3 становить величину ~ 10^26 см^-2·с^-1. Система має лінійну реакцію на миттєву світність в діапазоні від 10 Гц до 1.2 МГц. Її дані дозволяють відстежувати еволюцію світності, також область її локалізації та їх відновлюваність. Радіаційна толерантність системи RMS-R3 забезпечена її виготовленням за оригінальною технологією радіаційно стійких металевих фольгових детекторів ІЯД НАН України. Оригінальним розширенням функціональних можливостей RMS-R3, здійсненим в дисертаційній роботі, є розробка та застосування методу асиметрій відгуку сенсорів RMS-R3 для моніторингу стабільності локалізації області світності експерименту та створення програмного забезпечення у середовищах WinCC та MONET у для відображення даних системи у режимі реального часу.

2. The physical goals of the ongoing and upcoming measurement series of the LHCb experiment (CERN) concern the properties of matter-antimatter evolution, patterns of lepton flavour universality, and rare decay modes of heavy flavours, among others. To achieve statistical data precision sufficient for observing possible New Physics signals (beyond the Standard Model), a significant increase in instantaneous luminosity is anticipated. The experiment underwent an UPGRADE I (2019-2021) to enable further studies of heavy flavour physics at the Large Hadron Collider (LHC) at energies up to 14 TeV (p-p centre of mass) and instantaneous luminosity up to 2·10^33 cm^-2 s^-1. After the completion of the third and fourth series of physical measurements (RUN 3 2022-2026, RUN 4 2029-2033), a subsequent upgrade (UPGRADE II) will be implemented to ensure the functioning of the experiment's measurement systems in the era of high-luminosity LHC (HL-LHC) during the fifth and sixth series of physical measurements (RUN 5, 6) 2036-2040, 2043-2047) with instantaneous luminosity up to 1.2·10^34 cm^-2 s^-1. The program for this upgrade also includes the possible implementation of a fixed metal microtarget mode. The dissertation is devoted to developing the concept of a fixed metal microtarget and a method for its

implementation in the LHCb experiment. As part of the preparation for the next experiment upgrade (UPGRADE II, 2034-2035), the idea of introducing a fixed metal microtarget mode based on the technology of metal micro-strip detectors, developed at the Institute for Nuclear Research of the National Academy of Sciences of Ukraine, has been advanced. The feasibility of such an experimental mode is justified in terms of expanding the range of physical goals, which include an original idea of implementing triple nuclear collisions to study matter properties under new conditions of the quantum chromodynamics phase diagram at ultra-high densities and temperatures. A wide assortment of metal targets will provide opportunities for previously unattainable studies of matter evolution patterns depending on individual nuclear properties (deformation, spin and isospin, presence of neutron halo, etc.). Results of evaluating new possibilities and advantages of physical research in this mode are presented, in comparison and as a complement to the existing program of relativistic heavy nuclei collision studies using the SMOG2 gas target, currently implemented at the LHC only in the LHCb experiment. In particular, for the first-ever proposed search for triple nuclear collisions, an assessment of the dependence of observation conditions for this new physical phenomenon on microtarget thickness in p+C+p and Pb+Pb+Pb reactions is provided. The design of the target system and its expected functional characteristics necessary for microtarget control and stabilization of the interaction frequency between its nuclei and the accelerated LHC beam nuclei are presented. This mode will ensure precise localization of the collision area between target nuclei and the LHC beam. Various prototypes of the target system functioning in the LHC beam halo under ultra-high vacuum conditions with submicron positioning accuracy are presented. The design of the first target device based on piezoelectric microelectromechanical (MEMS) devices has been developed to study their functional characteristics on test beams at CERN. The micro-target complex will be managed by the functioning RMS-R3 experimental conditions and safety monitoring system. The functional characteristics of the RMS-R3 system are oriented towards ensuring effective physical measurements in the third data collection series (RUN3, 2022-2026). Fluctuations in the output frequency of detector modules do not exceed 5 Hz at their response frequency of 100 kHz at the nominal luminosity of the experiment in p-p collisions of 2.0*10^33 cm^-2·s^-1. The lower sensitivity limit of RMS-R3 is approximately 10^26 cm^-2·s^-1. The system has a linear response to instantaneous luminosity in the range from 10 to 1.2 MHz. Its data allows tracking the evolution of luminosity, as well as its localization area and their reproducibility. The radiation tolerance of the RMS-R3 system is ensured by its manufacture using the original technology of radiation-resistant metal foil detectors developed at the Institute for Nuclear Research of the National Academy of Sciences of Ukraine. An original expansion of the RMS-R3 functional capabilities, implemented in the dissertation, is the development and application of the RMS-R3 sensor response asymmetry method for monitoring the stability of the experiment's luminosity area localization and the creation of software in WinCC and MONET environments for real-time display of system data.

Державний реєстраційний номер ДіР: 0222U000252, 0222U000251, 0221U100363, 0223U005046, 0222U004098, 0222U004099, 0222U004100, 0222U004075, 0220U000156, 0219U000522

Пріоритетний напрям розвитку науки і техніки: Фундаментальні наукові дослідження з найбільш важливих проблем розвитку науково-технічного, соціально-економічного, суспільно-політичного, людського потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності України у світі та сталого розвитку суспільства і держави

Стратегічний пріоритетний напрям інноваційної діяльності: Не застосовується

Підсумки дослідження: Нове вирішення актуального наукового завдання

Публікації:

- S.B. Chernyshenko et al. RMS-R3 – the system for monitoring region of luminosity and background at the LHCb experiment (CERN). Nuclear Physics and Atomic Energy, 24(2) (2023) 154-161
- Oleksandr V. Vitiuk, ..., Sergiy B. Chernyshenko et al. Colliding and Fixed Target Mode in a Single Experiment—A Novel Approach to Study the Matter under New Extreme Conditions, Particles 5 (2022)

245–264

- С. Чернишенко, В. Добішук, В. Пугач. Функціональні характеристики системи RMS-R3 в третій серії фізичних вимірів в експерименті LHCb. Nuclear Physics and Atomic Energy, 25(2) (2024) 188–193
- С.Б. Чернишенко, В.М. Добішук, В.М. Пугач. Концепція надтонкої твертотільної фіксованої мікромішені для експеримента LHCb (CERN). Наука і техніка сьогодні, №6(34) (2024) 1116-1128
- R. Aaji, ..., S. Chernyshenko et al. The LHCb upgrade I. Journal of Instrumentation, 19(05):P05065 (2024) 1-211

Наукова (науково-технічна) продукція: пристрої; технології; методи, теорії, гіпотези; програмні продукти, програмно-технологічна документація

Соціально-економічна спрямованість: підвищення автоматизації виробничих процесів; створення програмних кодів для пульта управління експериментом lhcb (cern)

Охоронні документи на ОПІВ:

Впровадження результатів дисертації: Впроваджено

Зв'язок з науковими темами: 0118U006182, 0116U002883, 0121U113391, 0120U105298, 0121U110762

VI. Відомості про наукового керівника/керівників (консультанта)

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Пугач Валерій Михайлович
2. Valery M. Pugatch

Кваліфікація: д. ф.-м. н., професор, член-кор. НАН України, 01.04.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5204-9821

Додаткова інформація: https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602130143; https://scholar.google.com.ua/citations?user=eFoR2KEAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23724640

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VII. Відомості про офіційних опонентів та рецензентів

Офіційні опоненти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Кириллін Ігор Володимирович
2. Igor V. Kyryllin

Кваліфікація: д. ф.-м. н., с.д., 01.04.02

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0003-3625-7521

Додаткова інформація: https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=kYu2kW4AAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 14312223

Місцезнаходження: вул. Академічна, буд. 1, Харків, Харківський р-н., 61108, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Каденко Ігор Миколайович
2. Ihor M. Kadenko

Кваліфікація: д.ф.-м.н., професор, 01.04.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0001-8766-4229

Додаткова інформація: https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=qUmryjcAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Код за ЄДРПОУ: 02070944

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

Форма власності: Державна

Сфера управління: Міністерство освіти і науки України

Ідентифікатор ROR:

Рецензенти

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Степаненко Юрій Миколайович
2. Yurii M. Stepanenko

Кваліфікація: к. ф.-м. н., с.д., 01.04.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-1767-0348

Додаткова інформація: https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=8Ibob5oAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23724640

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

Власне Прізвище Ім'я По-батькові:

1. Поліщук Оксана Григорівна

2. Oksana G. Polischuk

Кваліфікація: к. ф.-м. н., с.д., 01.04.16

Ідентифікатор ORCID ID: 0000-0002-5373-7802

Додаткова інформація: https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=v9OOUAIAAAAJ

Повне найменування юридичної особи: Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України

Код за ЄДРПОУ: 23724640

Місцезнаходження: проспект Науки, буд. 47, Київ, 03028, Україна

Форма власності: Державна

Сфера управління: Національна академія наук України

Ідентифікатор ROR:

VIII. Заключні відомості

Власне Прізвище Ім'я По-батькові голови ради	Понкратенко Олег Анатолійович
Власне Прізвище Ім'я По-батькові головуючого на засіданні	Понкратенко Олег Анатолійович
Відповідальний за підготовку облікових документів	Чернишнеко Сергій Борисович
Реєстратор	УкрІНТЕІ
Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є відповідальним за реєстрацію наукової діяльності	Юрченко Тетяна Анатоліївна