

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0223U000456

**Державний реєстраційний номер:** 0121U108698

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 07-01-2023

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Дослідження впливу процесу деканалювання на еволюцію спектрів іонізаційних втрат енергії швидких заряджених частинок у тонких кристалах. Дослідження ефекту пригнічення гальмівного випромінювання при каналюванні швидких позитронів та електронів у тонких кристалах при різних енергіях частинок, товщин кристалу і величини кутової розбіжності частинок пучка.

**Початок етапу:** 01.2021

**Закінчення етапу:** 12.2021

**Вид звітного документа:** Проміжний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національний науковий центр "Харківський фізико-технічний інститут" Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 14312223

**Місцезнаходження:** вул. Академічна, буд. 1, м. Харків, Харківський р-н., Харківська обл., 61108, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380573353530, 380573351688, 380573356425

## IV. Відомості про співвиконавців ДіР

## V. Відомості про замовника ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Національна академія наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 00019270

**Місцезнаходження:** вул. Володимирська, буд. 54, м. Київ, Київська обл., 01030, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:**

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380442350981, 380442262341, (044) 239-66-72, 2343243, [www.nas.gov.ua](http://www.nas.gov.ua)

## 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):** 6541030

|                                                           |
|-----------------------------------------------------------|
| <b>Фактичний обсяг фінансування (тис. грн.):</b> 3370.000 |
|-----------------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Дослідження електромагнітних ефектів при взаємодії частинок великої енергії з речовиною

### **Назва роботи англійською:**

Investigation of electromagnetic effects in the interaction of high energy particles with matter

### **Реферат українською:**

Досліджено залежність спектра іонізаційних втрат енергії від товщини кристала при площинному каналюванні негативно заряджених частинок. Показано, що коли товщина кристала одного порядку з довжиною деканалювання, форма спектра суттєво залежить від цієї довжини. Запропоновано метод експериментального визначення довжини деканалювання, заснований на вимірюванні спектра іонізаційних втрат енергії. Досліджено випромінювання ультрарелятивістських позитронів про площинному каналюванні для товщин кристалу менших за довжину формування випромінених фотонів. Показано, що осциляції позитронів при каналюванні приводять до періодичної залежності спектральної густини випромінювання від товщини мішені. При надбар'єрному русі така періодична залежність буде як для позитронів, так і для електронів. Показано, що збільшення кутової розбіжності пучка позитронів призводить до підкреслення розглянутого ефекту, але спричиняє подвоєння періоду осциляції величини спектральної густини випромінювання з товщиною мішені. Оцінено діапазони енергій частинок і фотонів, для яких описаний ефект може мати місце.

### **Реферат англійською:**

The dependence of the ionization energy loss spectrum on the crystal thickness under planar channeling of negative charged particles was investigated. It is shown when the crystal thickness is of the same order as the dechanneling length, the shape of the spectrum depends significantly on this length. A method of experimental evaluation of the dechanneling length based on the measurement of the spectrum of ionization energy losses is proposed. The radiation by ultrarelativistic positrons under planar channeling for crystal thicknesses smaller the formation length of the emitted photons was studied. It is shown that oscillations of positrons during channeling lead to a periodic dependence the spectral density of radiation on the thickness of the target. For above-barrier motion such a periodic dependence exist for both positrons and electrons. It is shown that an increase of the angular divergence of the positron beam leads to an emphasis of the considered effect, but doubles the period of change of the radiation spectral density with the target thickness. The energy ranges of particles and photons are estimated for which the effect is observed.

**Індекс УДК:** 539.12.04 , 539.12

**Коди тематичних рубрик:** 29.15.35

### **Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:** Шульга Микола Федорович

**Науковий ступінь:** д. ф.-м. н.

**Вчене звання:** професор, акад.

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

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

**Назва НТП українською:** Дослідження впливу процесу деканалювання на еволюцію спектрів іонізаційних втрат енергії швидких заряджених частинок у тонких кристалах. Дослідження ефекту пригнічення гальмівного випромінювання при каналюванні швидких позитронів та електронів у тонких кристалах при різних енергіях частинок, товщин кристалу і величини кутової розбіжності частинок пучка.

**Назва НТП англійською:** Study of the influence of the dechanneling on the evolution of the ionization energy loss spectra of fast charged particles in thin crystals. Study of the effect of suppression of bremsstrahlung radiation during the channeling of fast positrons and electrons in thin crystals at different particle energies, crystal thicknesses, and angular divergence of the beam particles.

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Методи, теорії

**Галузь застосування:** Дослідження й експериментальні розробки у сфері природничих і технічних наук

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Проведено комп'ютерне моделювання проходження пі-мінус-мезонів з енергією 150 GeV у кристалі кремнію товщиною 1 мм, орієнтованому відносно налітаючого пучка вздовж атомних площин (110), з різними значеннями інтенсивності некогерентного розсіяння. Одержано залежності числа деканалюваних частинок від товщини та спектри іонізаційних втрат енергії. Знайдено числові параметри, які характеризують спектр іонізаційних втрат енергії і при цьому помітно залежать від значення довжини деканалювання. Проведено комп'ютерне моделювання руху позитронів з енергією 100 GeV в безперервному потенціалі кристалічних площин (110) кристала кремнію з товщиною від 0 до 20 мікрон. На основі знайдених траєкторій позитронів отримано усереднену по всім прицільним параметрам спектральну густину випромінювання як функцію товщини кристала. Проаналізовано також випадок надбар'єрного руху, вплив кутової розбіжності пучка та умови експериментального спостереження.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** 01.2021

**Закінчення етапу:** 12.2021

**Споживачі продукції:**

**Перспективні ринки:**

**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:**

**Назва НТП українською:** Дослідження впливу процесу деканалювання на еволюцію спектрів іонізаційних втрат енергії швидких заряджених частинок у тонких кристалах. Дослідження ефекту пригнічення гальмівного випромінювання при каналюванні швидких позитронів та електронів у тонких кристалах при різних енергіях частинок, товщин кристалу і величини кутової розбіжності частинок пучка.

**Назва НТП англійською:** Study of the influence of the dechanneling on the evolution of the ionization energy loss spectra of fast charged particles in thin crystals. Study of the effect of suppression of bremsstrahlung radiation during the channeling of fast positrons and electrons in thin crystals at different particle energies, crystal thicknesses, and angular divergence of the beam particles.

**НТП, яку передбачалося створити:**

**Причини, через які НТП не було створено:**

**Отримані результати:** Методи, теорії

**Галузь застосування:** Дослідження й експериментальні розробки у сфері природничих і технічних наук

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Проведено комп'ютерне моделювання проходження пі-мінус-мезонів з енергією 150 GeV у кристалі кремнію товщиною 1 мм, орієнтованому відносно налітаючого пучка вздовж атомних площин (110), з різними значеннями інтенсивності некогерентного розсіювання. Одержано залежності числа деканалюваних частинок від товщини та спектри іонізаційних втрат енергії. Знайдено числові параметри, які характеризують спектр іонізаційних втрат енергії і при цьому помітно залежать від значення довжини деканалювання. Проведено комп'ютерне моделювання руху позитронів з енергією 100 GeV в безперервному потенціалі кристалічних площин (110) кристала кремнію з товщиною від 0 до 20 мікрон. На основі знайдених траєкторій позитронів отримано усереднену по всім прицільним параметрам спектральну густину випромінювання як функцію товщини кристала. Проаналізовано також випадок надбар'єрного руху, вплив кутової розбіжності пучка та умови експериментального спостереження.

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Створення принципово нової продукції (матеріалів, технологій тощо) для забезпечення експортного потенціалу та заміщенню імпорту

**Вплив НТП на довкілля:**

**Впровадження НТП:** Не впроваджено

**Практична реалізація НТП**

**Початок етапу:** 01.2021

**Закінчення етапу:** 12.2021

**Споживачі продукції:** ЦЕРН, Інститут теоретичної фізики ім'ю М.М. Боголюбова, Інститут прикладної фізики

**Перспективні ринки:** Україна, зарубіжні країни

**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**

Shul'ga N.F., Koriukina V.D. The eikonal approximation of the scattering theory for fast charged particles in a thin layer of crystalline and amorphous media. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B. 2021. Vol. 487. P. 25–29.

Bondarenco M.V. Correlation between multiple scattering angle and ionization energy loss for fast electrons. Phys. Rev. D. 2021. Vol. 103. P. 096026.

Shulga S.N., Shul'ga N.F. Radiation suppression and its oscillatory dependence on target thickness at passing of fast charged particles through an ultrathin crystal. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B. 2021. Vol. 490. P. 1–6.

Bandiera L., Kyrillin I.V., Brizzolari C., Camattari R., Charitonidis N., De Salvador D., V. Guidi V., Mascagna V., Mazzolari A., Prest M., Romagnoni M., Shul'ga N.F., Soldani M., Sytov A., Vallazza E. Investigation on steering of ultrarelativistic  $e^\pm$  beam through an axially oriented bent crystal. The European Physical Journal C. 2021. Vol. 81. Article No: 238 (1–10).

Trofymenko S.V., Kyrillin I.V., Shchus O.P. On the impact parameter dependence of the ionization energy loss of fast negatively charged particles in an oriented crystal. East European Journal of Physics. 2021. Vol. 4. P. 68–75.

Nazhmudinov R.M., Shchagin A.V., Trofymenko S.V., Kishin I.A., Kubankin A.S., Potylitsyn A.P., Gogolev A.S., Filatov N.A., Kube G., Potylitsina-Kube N.A., Stanitzki M., Novokshonov A. K-shell ionization cross section of Ti and Cu atoms by 1 and 2 GeV electrons. Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics. 2021. Vol. 54. No. 4. P. 045201.

Gann V.V., Gann A.V., Borts B.V., Karnaukhov I.M., Parkhomenko A.A. Radiation damage in uranium target of the accelerator driven system "KIPT neutron source". Problems of Atomic Science and Technology. 2021. No. 2(132). P. 24–28.

Bondarenco M.V. Nuclear and electronic contributions to Coulomb correction for Moliere screening angle. arXiv.org:2107.11409

Barton M., Bizzarri M., Rist F., Sliusarenko O., Pottmann H. Geometry and tool motion planning for curvature adapted CNC machining. ACM Transactions on Graphics, August 2021. Vol. 40(4). Article No. 180 (pp 1–16).

## **Х. Заключні відомості**

### **Керівник юридичної особи**

Шульга Микола Федорович

д. ф.-м. н., 01.04.02

### **Перелік осіб-виконавців**

Бойко Вадим Віталійович

Бондаренко Микола Вікторович

(д. ф.-м. н.)

Буляк Євген Вікторович

(к. ф.-м. н.)

Ганн Ганна Василівна

(к. ф.-м. н.)

Кириллін Ігор Володимирович

(д. ф.-м. н., 01.04.02)

Корюкіна Вікторія Дмитрівна

Кірдін Артур Іванович

(к. ф.-м. н.)

Лапко Василь Петрович

Маловиця Максим Сергійович

(д.філософ)

Польшин Семен Олександрович

Слюсаренко Олексій Юрійович

(к. ф.-м. н.)

Трофименко Сергій Валерійович

(д. ф.-м. н., 01.04.02)

Трутень Валентин Іванович

(к. ф.-м. н., 01.04.02)

Фомін Сергій Петрович

(к. ф.-м. н., 01.04.16)

Шульга Микола Федорович

(д. ф.-м. н.)

Шульга Сергій Миколайович

(к. ф.-м. н., 01.04.02)

### **Відповідальний за підготовку**

Лапко Василь Петрович

### **облікових документів**

### **Телефон**

+38 (057) 335-65-23

### **Реєстратор**

**Керівник відділу УкрІНТЕІ, що є  
відповідальним за реєстрацію наукової  
діяльності**

