

# Облікова картка НДДКР

Державний обліковий номер: 0220U102193

Державний реєстраційний номер: 0116U005845

Відкрита

Дата реєстрації: 11-03-2020



## 1. Етапи виконання

Номер етапу: 1

**Назва етапу:** Генерації та формування багатозарядних інтенсивних пучків газових та металевих іонів для іонних прискорювачів, прискорювачів медичного призначення та імітаційних експериментів на пучках важких іонів.

**Початок етапу:** 01-2017

**Закінчення етапу:** 12-2019

**Вид звітнього документа:** Остаточний звіт

## 2. Виконавець

**Назва організації:** Інститут прикладної фізики НАН України

**Код ЄДРПОУ/ІПН:** 05399225

**Підпорядкованість:** Національна академія наук України

**Адреса:** вул. Петропавлівська, 58, м. Суми, Сумський р-н., Сумська обл., 40000, Україна

**Телефон:** 0542222794

**E-mail:** ipfmail@ipfcentr.sumy.ua

**WWW:** <http://iap.sumy.org/>

## 3. Власник результатів НДДКР (продукції)

**Назва організації:** Національна академія наук України

**Код ЄДРПОУ/ІПН:** 00019270

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

**Підпорядкованість:** Кабінет Міністрів України

**Телефон:** 380442350981

**E-mail:** prez@nas.gov.ua

**WWW:** <http://nas.gov.ua>

## 4. Джерела та напрями фінансування

**Підстава для проведення робіт:** 34 - договір з МОН, іншими центральними органами виконавчої влади

**КПКВК:** 6541030

**Напрямок фінансування:** 2.2 - прикладні дослідження і розробки

**Джерела фінансування**

Джерело фінансування: 7713 - кошти держбюджету

Фактичний обсяг фінансування за звітний етап: 3633.02 тис. грн.

## 5. Науково-технічна робота

### Назва роботи (укр)

Генерації та формування багатозарядних інтенсивних пучків газових та металевих іонів для іонних прискорювачів, прискорювачів медичного призначення та імітаційних експериментів на пучках важких іонів.

### Назва роботи (англ)

Generation and Formation of Multicharged Intensive Beams of Gas and Metal Ions for Ion Accelerators, Accelerators for Medicine and Simulations on Heavy Ion Beams.

### Реферат (укр)

Розроблено високоінтенсивне джерело негативних іонів водню. Розроблена система екстракції та первинного формування пучка іонів нової версії H- джерела та проведено її моделювання за допомогою розробленої комп'ютерної програми. Показано, що розроблена іонно-оптична система дозволяє отримати пучки іонів H- з струмом десятки мА. Експериментально одержано густину екстрагованого струму негативних іонів ~ 600мА/см<sup>2</sup>. Продовжувалася розробка конструкції нового типу джерела багатозарядних іонів металів на основі іонно-плазмового розпилювання. Проведено серію експериментів по дослідженню генерації іонів заліза Fe<sup>2+</sup> та цирконію Zr<sup>2+</sup> в імпульсному та стаціонарному режимах роботи іонного джерела, одержано трьохзарядну фракцію іонів Fe<sup>3+</sup>. Розроблено конструкцію розпилювального електроду для генерації іонів вольфраму та проведено перші експерименти по одержанню пучка іонів вольфраму.

### Реферат (англ)

A high-intensity source of negative hydrogen ions has been developed. A system of extraction and primary formation of a beam of ions of a new version of the H-source was developed and its simulation was carried out with the help of a developed computer program. The developed ion-optical system was demonstrated to obtain beams of H-ions with a current of tens of mA. The density of the extracted current of negative ions ~ 600mA / cm<sup>2</sup> was experimentally obtained. The design of a new type of multi-charge metal ion source based on ion-plasma sputtering continued. A series of experiments were conducted to investigate the generation of Fe<sup>2+</sup> + iron ions and Zr<sup>2+</sup> + zirconium in the pulsed and stationary modes of ion source operation. A three-charge fraction of Fe<sup>3+</sup> + ions was obtained. A sputtering electrode for the generation of tungsten ions was designed and the first experiments were performed to obtain a beam of tungsten ions.

Індекс УДК: 539.12/.17, 537.53

Коди тематичних рубрик НТІ: 29.15

## 6. Науково-технічна продукція (НТП)

### НТП 1

Назва продукції (укр): Високоєфективні джерела іонів легких та важких іонів.

Назва продукції (англ): Highly effective light and heavy ion sources.

Очікувані результати: Вироби технічні

Галузь застосування: 72.19 Дослідження й експериментальні розробки у сфері інших природничих і технічних наук

Опис продукції (укр): Розроблено високоінтенсивні багатозарядні джерела позитивних іонів металів та джерело негативних іонів водню, що можуть використовуватися в іонних інжекторах для іонних прискорювачів. Джерела іонів металів використовуються в імітаційних дослідженнях реакторних матеріалів на іонних пучках. Джерело негативних іонів водню використовується в іонних інжекторах високоенергетичних іонних прискорювачах – ЦИКЛОТРОНАХ, СИНХРОТРОНАХ, ЛІНАКАХ (лінійні прискорювачі).

**Соціально-економічна спрямованість НТП:** Економія матеріалів

**Стадія завершеності НТП:** Звіт по НДДКР, Експериментальний (макетний зразок)

**Впровадження НТП:** Впроваджено

**Строки впровадження:** 01.2017-12.2019

**Виробник продукції:** ІПФ НАН України

**Споживачі продукції:** Інститут прикладної фізики НАН України

**Перспективні ринки:** Україна, Європа

**Права інтелектуальної власності:** «Ноу-хау», За договорами

**Форми та умови передачі продукції:** Спільні НДДКР

## 7. Бібліографічний опис

1. V.A. Baturin, P.A. Litvinov, S. A. Pustovoitov, O. Yu. Roenko. Thermalization and ionization of metal atoms of operating environment at a metal ion-sputtering source. Прийнято до друку в журналі "Journal of Applied Physics".
2. A.Ievtushenko, O.Khyzhun, ... V.Baturin, O.Karpenko, O.Olifan, G.Lashkarev, X-ray photoelectron spectroscopy study of highly-doped ZnO:Al,N films grown at O-rich conditions. Journal of Alloys and Compounds Volume 722, 25 October 2017, Pages 683-689.
3. V.A. Baturin, S.A. Yeryomin, Computer Simulation of the Negative Hydrogen Ion Source Extraction System Using IBSimu Package JOURNAL OF NANO- AND ELECTRONIC PHYSICS, Vol. 10 No 4, 04021(9pp) (2018),
4. A. Ievtushenko, O. Khyzhun, ... V. Baturin, O.Karpenko, G. Lashkarev, The effect of Zn<sub>3</sub>N<sub>2</sub> phase decomposition on the properties of highly-doped ZnO:Al,N films, Thin Solid Films, 669 (2018) 605-612.
5. A. Ievtushenko, O. Khyzhun, V. Karpyna, O. Bykov, V. Tkach, V. Strelchuk, O. Kolomys, S. Rarata, V. Baturin, O. Karpenko and G. Lashkarev The effect of Zn<sub>3</sub>N<sub>2</sub> phase decomposition on the properties of highly-doped ZnO:Al,N films, Thin Solid Films, 669 (2019) 605-612.
6. В. В. Кідалов, А. Ф. Дяденчук, Ю. Ю. Бачеріков, А. Г. Жук, В. А. Батурин, І. В. Рогозін, О. Ю. Карпенко, В. В. Кідалов, Властивості плівок ZnO, одержаних на мезопоруватих підкладках Si методом магнетронного напорощення. Nanosistemi, Nanomateriali, Nanotehnologii 2019, т. 17, № 1, сс. 111-122.
7. П.А. Литвинов, В.А. Батурин, С.А. Пустовойтов, Проект источника многозарядных ионов металлов. Тезисы докладов XV конференции по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям, 21-25 марта 2017. С.97. Харьков.
8. А.Ю. Карпенко, В.А. Батурин, Зависимость размера частиц в пучке кластерных ионов от параметров работы источника, Тезисы докладов XV конференции по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям, 21-25 марта 2017. С.96. Харьков.
9. В.А.Нагорный, Д.А. Нагорный, Анализатор для измерения профиля низкоэнергетического электронного пучка на основе диска нипкова Тезисы докладов XV конференции по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям, 21-25 марта 2017. С.96. Харьков.
10. В.А. Батурин, С.А. Еремин Оптимизация оптических характеристик системы экстракции источника отрицательных ионов водорода ИПФ НАНУ Тезисы докладов XV конференции по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям, 20-23 марта 2018. С.97. Харьков.
11. П.А. Литвинов, В.А. Батурин, С.А. Пустовойтов, О.Ю. Роечко. Исследование возможности получения ионов тугоплавких металлов из распылительного источника для имитационных исследований радиационной стойкости материалов. Тезисы докладов XV конференции по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям, 20-23 марта 2018. С.96. Харьков.
12. A. Ievtushenko, V. Karpyna, ... V. Baturin, O.Y. Karpenko, G.V. Lashkarev. The effect of substrate bias on structure, optical and electrical properties of wide bandgap oxides films. Proceeding of Ukraine Conference "Chemistry, Physics and Technology of Surface", 23-24 May 2018, Kyiv, Ukraine. P.70.

13. П.А. Литвинов, В.А. Батурин, С.А. Пустовойтов, О.Ю. Роенко ИСТОЧНИК ИОНОВ ВОЛЬФРАМА. Тезисы докладов XV XVII конференция по физике высоких энергий, ядерной физике и ускорителям, тезисы докладов 26-29 марта 2019 г, Харьков, с.89.

14. A.Ievtushenko, V. Karpyna, V. Baturin, O. Karpenko та ін. The characteristics of NiO thin films grown by layer-by-layer method in magnetron sputtering at different technological parameters. Functional materials for innovative energy” (FMIE 2019), May 13–15, 2019, Kyiv, Ukraine. P.68.

15. A. Ievtushenko, V. Karpyna, V. Baturin, O.Y. Karpenko та ін. The properties of Ni-rich NiO films deposited by layer-by-layer growth method at magnetron sputtering. Proceeding of School-conference of young scientists “Modern material science: Physics, chemistry, technology (MMSPCT-2019)”, 27–31 May 2019, Uzhhorod, Ukraine. P. 157-158.

16. A. Ievtushenko, V. Karpyna, V. Baturin, O.Y. Karpenko та ін. Properties of NiO films deposited by layer-by-layer reactive magnetron sputtering. Proceeding of 6th international conference HighMathTech 2019, October 28-30, 2019, Kyiv, Ukraine. P.61.

## 8. Звітна документація

**Кількість сторінок в звіті:** 83

**Мова звіту:** Українська

**Умови поширення в Україні:** Не заборонено

**Умови передачі іншим країнам:** Не заборонено

**Кількість файлів у звіті:** 1

## 9. Заключні відомості

### Перелік осіб-виконавців

Єрьомін Сергій Олександрович (к. ф.-м. н.)

Батурін Володимир Андрійович (к. ф.-м. н., с.н.с.)

Карпенко Олександр Юрійович

Литвинов Петро Олексійович (к. т. н., с.н.с.)

Нагорний Анатолій Григорович (к. т. н., с.н.с.)

Нагорний Володимир Анатолійович

Пустовойтов Сергій Олександрович

Роенко Олег Юрійович

### Керівник організації:

Сторіжко Володимир Юхимович

### Керівники роботи:

Батурін Володимир Андрійович

**Керівник відділу реєстрації наукової діяльності**

**УкрІНТЕІ**



Юрченко Т.А.