

# Облікова картка ДіР



## I. Загальні відомості

**Державний обліковий номер:** 0221U103852

**Державний реєстраційний номер:** 0120U102325

**Особливі позначки:** відкрита

**Дата реєстрації:** 25-02-2021

## II. Етап виконання ДіР

**Номер етапу:** 1

**Назва етапу:** Енергетичний спектр електронів та дірок та оптичні міжзонні переходи в структурах с просторовим розділенням зарядів. Розрахунки та експериментальні дослідження.

**Початок етапу:** 04.2020

**Закінчення етапу:** 12.2020

**Вид звітнього документа:** Проміжний звіт

## III. Відомості про виконавця ДіР

**Повне найменування юридичної особи (або ПІБ фізичної особи):** Інститут фізики  
Національної академії наук України

**Код за ЄДРПОУ:** 05417302

**Місцезнаходження:** проспект Науки, 46, м. Київ, Київська обл., 03680, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Національна академія наук України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380445251589, 380445251220

## 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, 54, м. Київ, Київська обл., 01030, Україна

**Форма власності:**

**Сфера управління:** Кабінет Міністрів України

**Ідентифікатор ROR:** Не застосовується

**Розмір організації:**

**Телефон:** 380442350981

## 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> 140.000 |
|----------------------------------------------------------|

## **VII. Відомості про ДіР**

### **Назва роботи українською:**

Оптичні та фотоелектричні явища в квантоворозмірних нано- та гетероструктурах на основі напівпровідникових сполук АЗВ5 з просторовим розділенням нерівноважних носіїв заряду.

### **Назва роботи англійською:**

Optic and photoelectric phenomena in the size-quantization nano and heterostructures based on the III-V semiconductor compounds with spatial separation of the non-equilibrium charge carriers.

### **Реферат українською:**

Представлені результати теоретичних досліджень енергетичного спектру носіїв у валентній зоні з урахуванням наявності багатьох енергетичних долин та внутрішніх напружень. Розраховані профілі потенціалу екстремумів зони провідності та валентної зони гетероструктур InGaAs/GaAs та GaAs/AlGaAs, легованих у бар'єри та ями мілкими домішками донорного або акцепторного типу, енергетичні спектри та закони дисперсії електронів та дірок, огинаючі хвильових функцій носіїв в підзонах розмірного квантування, матричні елементи та енергії прямих та непрямих у реальному просторі оптичних міжзонних переходів. Розроблені алгоритми чисельних розрахунків та комп'ютерна програма для їх проведення. Проведені експериментальні дослідження спектрів фотолюмінесценції гетероструктур InGaAs/GaAs та GaAs/AlGaAs, легованих у бар'єри та ями мілкими домішками донорного типу в стаціонарному режимі та з пікосекундним розділенням у часі при різних енергіях фотозбудження та температурах 77 і 300 К. Визначені параметри складових смуг та проведено співставлення з експериментом. Вирахувані відносні ймовірності просторово прямих і непрямих оптичних переходів і показано, що смуги, що спостерігаються в експерименті зумовлені практично, лише, просторово прямими переходами. Отримані результати є корисними для подальших досліджень фотоелектричних явищ у квантоворозмірних нано- та гетероструктурах на основі напівпровідників АЗВ5 та в розробках оптоелектронних приладів.

### **Реферат англійською:**

The results of theoretical studies of the energy spectrum of carriers in the valence band are presented, accounting for presence of many energy valley and internal stresses. There have been carried out calculations of the conduction and valence bands potential profiles for the InGaAs/GaAs and GaAs/AlGaAs heterostructures doped into barriers and quantum wells by the shallow donor or acceptor impurities, the energy spectrum, and dispersion law of electrons and holes, envelop wave function of charge carriers in the quantum subbands, matrix elements and the energy of the spatially direct and indirect optical interband transitions. The algorithms and computer program for numerical calculations of them have been developed. The experimental studies of the photoluminescence spectra of the InGaAs/GaAs and GaAs/AlGaAs heterostructures doped in barriers and wells by the shallow donor impurities have been performed in the steady-state regime and non-steady-state regime with picosecond time resolution at different photoexcitation energies and temperatures of 77 and 300 K. The parameters of the spectra bands are determined and compared with the experiment. The relative probabilities of the spatially direct and indirect optical transitions are calculated, and it is shown that the bands observed in the experiment are practically due to the spatially direct transitions only. The obtained results are useful for further studies of photoelectric phenomena in the quantum-sized nano- and heterostructures based on A3B5 semiconductors and in development of the optoelectronic devices.

**Індекс УДК:** 537.311.322

**Коди тематичних рубрик:** 29.19.31

**Керівники роботи**

**Власне Прізвище Ім'я По-батькові:**Порошин Володимир Миколайович

**Науковий ступінь:** д. ф.-м. н.

**Вчене звання:** професор

**Ідентифікатор ORCID ID:**

**Додаткова інформація:**

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

**Назва НТП українською:** Алгоритми чисельних розрахунків та комп'ютерна програма для отримання профілів потенціалу валентної та зони провідності гетероструктур InGaAs/GaAs та GaAs/AlGaAs, селективно легованих мілкими домішками донорного або акцепторного типу, закони дисперсії носіїв заряду та їхні хвильові функції. Методика дослідження спектрів фотолюмінесценції гетероструктур InGaAs/GaAs та GaAs/AlGaAs в стаціонарному режимі та з пікосекундним розділенням у часі при різних енергіях фотозбудження та температурах 77 і 300 К.

**Назва НТП англійською:** Algorithms of numerical calculations and a computer program to obtain the potential profiles of the valence and conduction bands of the InGaAs / GaAs and GaAs / AlGaAs heterostructures selectively doped with the shallow impurities of the donor or acceptor type, charge carrier dispersion laws and their wave functions. Technique to study the photoluminescence spectra of the InGaAs / GaAs and GaAs / AlGaAs heterostructures in the steady-state mode as well as in the non-steady-state regime with picosecond time resolution at different photoexcitation energies at temperatures of 77 and 300 K.

**НТП, яку передбачалося створити:**

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

**Отримані результати:** Методи, теорії

**Галузь застосування:** 72.19

**Реєстраційний номер картки технології:**

**Опис НТП:** Експериментальні дослідження спектрів фотолюмінесценції зразків AlGaAs/GaAs з вмістом Al 15 і 20 % при  $T=77$  і 300 К. Досліджені зразки односторонні з легуванням дельта шаром донорної домішки Si в прилеглому бар'єрі та двосторонні зразки з різною шириною КЯ та легуванням дельта-шаром донорної домішки Si в центр вузької КЯ. Визначені енергії складових піків. Чисельні розрахунки енергетичних спектрів досліджених зразків, в т.ч., законів дисперсії діркових підзон, енергій просторово прямих і непрямих оптичних переходів та їх відносних інтенсивностей. Проведено співставлення з експериментом. Для двохсторонньої структури отримано хороше узгодження розрахункових результатів для складових полос люмінесценції з експериментом. У випадку односторонньої структури з легуванням ку бар'єр спостерігається розходження розрахунку з експериментом, що може бути пояснено неточністю технологічних вихідних даних про конфігураційні параметри: ширину КЯ та відстань дельта-шару домішки від КЯ. Часороздільні дослідження спаду фотолюмінесценції зразку Al84 при 77 К і пікосекундному розділенні у часі. Отримано величину сталої часу рекомбінації по основному каналу E1-НН1, яка становить 1,35 нс.

**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:**

**Закінчення етапу:**

**Споживачі продукції:** Науково-дослідні інститути, вищі навчальні заклади

**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**

## **X. Заключні відомості**

**Керівник юридичної особи**

Бондар Михайло Віталійович

д. ф.-м. н.

**Перелік осіб-виконавців**

Більовський Павло Антонович

(к. ф.-м. н.)

Вайнберг Віктор Володимирович

(д. ф.-м. н.)

Кочелап В'ячеслав Олександрович

(д. ф.-м. н.)

Пилипчук Олександр Сергійович

(к. ф.-м. н.)

Порошин Володимир Миколайович

(д.ф.-м.н., 01.04.07)

Чорноморець Надія Федорівна

**Відповідальний за підготовку  
облікових документів**

Машкіна В.Л.

**Телефон**

+38 (044) 525-55-79

**Реєстратор**

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

