

Львівський національний університет імені Івана Франка

Факультет електроніки

Звіт про наукову роботу за 2010 р.

Львів 2010

## Держбюджетні теми

### СЛ-28Ф „Природа люмінесценції ртутеподібних ( $ns^2$ ) іонів в оксидах”.

Науковий керівник – доктор фіз.-мат. наук, гол. наук. сп. Зоренко Ю. В.

Номер державної реєстрації – 0109U002082.

Термін виконання: 01.01.2009-31.12.2011.

Штатних працівників – 3, в т. ч. д-р фіз.-мат. наук, гол. н. сп., зав. НДЛ-10 – 1; наук. сп. – 1, мол. наук. сп. – 1.

#### Резюме

Методом рідинно-фазної епітаксії з Pb- і Bi-вмісних розплавів-розчинів проведено синтез монокристалічних плівок (МП) перовскітів YAP і LuAP з різним вмістом іонів  $Pb^{2+}$  і  $Bi^{3+}$ , а також порошкових аналогів цих сполук методом твердофазного синтезу. На основі порівняльного аналізу оптичних та люмінесцентних властивостей МП та порошоків YAP і LuAP, вивчалася природа та умови формування Pb- і Bi-вмісних центрів люмінесценції у сполуках зі структурою перовскіту, Зокрема, проведено дослідження особливостей люмінесценції та процесів переносу енергії збудження в легованих іонами  $Pb^{2+}$  і  $Bi^{3+}$  МП перовскітів YAP і LuAP при збудженні синхротронним випромінюванням на станції Superlumi в HASYLAB, DESY (Гамбург, ФРН).

By the LPE method it has been performed from Pb- and Bi- containing melt-solutions synthesis of single crystal films (SCF) of YAP and LuAP perovskites with different content of  $Pb^{2+}$  and  $Bi^{3+}$  ions, as well as powder-like analogues of these compounds by the method of solid phase synthesis. On the basis of comparative analysis of optical and luminescent properties of SCF and powders of YAP and LuAP it has been studied the nature and conditions of formation of Pb- and Bi-containing luminescence centers in compounds with the perovskite structure. In particular, particularities of luminescence and excitation energy transfer processes in doped with  $Pb^{2+}$  and  $Bi^{3+}$  ions SCF of YAP і LuAP perovskites at excitation by synchrotron radiation at the Superlumi station in HASYLAB, DESY (Hamburg, Germany) have been investigated.

Опубліковано статей – 20; тез доповідей – 16.

### СЛ-29Ф “Закономірності термо- і фотостимульованих процесів в монокристалах, полікристалах та нанокераміках складних оксидів”.

Науковий керівник: д-р фіз.-мат. наук, проф. Павлик Б. В.

Номер державної реєстрації – 0109U002083.

Термін виконання: 01.01.2009 – 31.12.2011.

Штатних працівників – 2; в т.ч. 1 н. с., інж. – 1, сумісників – 5, в т.ч. докт. наук – 1, канд. наук – 2, студентів – 2.

#### Резюме

Отримано нанопорошки методом співосадження з використанням розчину амонію як осаджувача і поліетиленгліколю у як стабілізатора та полікристалічні зразки  $Gd_3Ga_5O_{12}$  гранату з допомогою високотемпературного твердофазного синтезу при 1200 °С. Показано, що нанопорошки характеризуються нижчою температурою (800 °С) та коротшим часом синтезу. З використанням часово-роздільної спектроскопії досліджено спектри люмінесценції і процеси релаксації електронних збуджень в кераміках  $Gd_3Ga_5O_{12}:Pr,Cr$ , монокристалах  $YVO_4:Nd^{3+}$ ,  $Gd_3Ga_5O_{12}:Nd^{3+}$  та епітаксійних плівках  $Gd_3Ga_5O_{12}:Cr^{3+}$ . Запропоновано механізм виникнення низькотемпературної фото- та термостимульованої люмінесценції в монокристалах  $PbWO_4:Tb^{3+}$ .

The nanopowders were obtained by coprecipitation method with assistance with ammonia solution as precipitator and polyethylene glycol as a stabilizer and polycrystalline garnet samples  $Gd_3Ga_5O_{12}$  using solid state reaction method. It has been shown that the

nanopowders are characterized by lower temperature ( $\sim 800^\circ$ ) and shorter time of the synthesis. The luminescence spectra and relaxation processes of electronic excitations both in  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Pr}$ ,  $\text{Cr}$  ceramics and  $\text{YVO}_4:\text{Nd}^{3+}$ ,  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Nd}^{3+}$  single crystals and  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}:\text{Cr}^{3+}$  epitaxial films were investigated using time resolved spectroscopy. The mechanism of low-temperature photo- and thermoluminescence of  $\text{PbWO}_4:\text{Tb}^{3+}$  single crystal has been suggested.

Опубліковано статей – 11; тез доповідей – 14.

#### **СЛ-74П “Дослідження дії механічних, магнітних та іонізуючих полів на властивості широкозонних напівпровідникових кристалів та поверхнево-бар’єрних структур”.**

Науковий керівник: д-р фіз.-мат. наук, проф. Павлик Б. В.

Номер держреєстрації – 0110U001381.

Термін виконання: 01.01.2010 – 31.12.2011.

Штатних працівників – 3, в т.ч. ст. н. сп., канд. фіз.-мат. наук – 0,5; н. сп. – 1; інж. – 1,5; сумісників – 1, д-р фіз.-мат. наук.

#### **Резюме**

Виготовлено експериментальні зразки бар’єрних структур на базі кристалів Si. Проведено дослідження методом ємнісно-модуляційної спектроскопії процесів перебудови дефектів поверхнево-бар’єрних структур Bi-Si-Al стимульованих дією рентгенівського випромінювання та слабого магнітного поля. Встановлено, що ефект малих доз X-опромінювання проявляється сильніше в структурах з більшою початковою дефектністю. Вперше досліджено дію магнітного поля (0,17 Тл) на зміни вольт-фарадних характеристик термосенсорів на кремнієвих транзисторних *p-n*-переходах. З використанням оптичної, електронно- та атомносилової мікроскопічних методик досліджувався стан приповерхневого шару кристалів *p*-Si.

Experimental samples of barrier structures based on Si were produced. Using capacity-modulation spectroscopy method the defects restructuring processes of surface-barrier structures Bi-Si-Al stimulated by the action of X-rays and weak magnetic field were investigated. It is set that X-ray low doses effect appears stronger in structures with larger initial imperfection. For the first time, the effect of magnetic field (0.17 T) on changes of current-voltage characteristics of temperature sensors based on silicon transistor *p-n*-junctions was investigated. The surface layer state of *p*-Si crystals was investigated using optical, electron and atomic force microscopy techniques.

Annotated report and other documents of the subject are formed.

Опубліковано статей – 4; тез доповідей – 14 отримано 1 патент України.

#### **СЛ-75П “Розробка ядерно-квадрупольного резонансного робочого еталону частоти”.**

Науковий керівник: канд. фіз.-мат. наук, доц. Леновенко А.М.

Номер держреєстрації – 0110U001382.

Термін виконання: 01.01.2010 – 31.12.2011.

Штатних працівників – 1,5, в т.ч. пров. наук. сп., канд. фіз.-мат. наук – 0,5; н. сп. – 0,5; лаборант (студент) – 0,5.

#### **Резюме**

Розроблено функціональну і електронну схеми ядерно-квадрупольного вимірювального перетворювача для ядерно-квадрупольного еталону частоти. Розроблено технологію хімічної очистки  $\text{KClO}_3$  та конструкцію чутливого елемента на його основі. Виготовлено три екземпляри чутливих елементів. Зроблено макет для експериментальних випробувань вимірювального перетворювача з даними чутливими елементами. За результатами виконання теми подано заявку на отримання патенту на винахід.

Дана розробка представляє собою новий підхід до вирішення проблеми, оскільки

офіційні повідомлення про аналогічні розробки у світовій практиці відсутні.

As a result of the theme for 2010 is designed functional circuits and electronic nuclear quadrupolar measuring converter for nuclear quadrupolar frequency standard. The technology of chemical cleaning and construction  $KClO_3$  sensitive element based on it. Made three copies of sensitive items. Made layout for experimental tests of the measuring transducer with sensitive data. By results of themes submitted an application for a patent for an invention.

This development represents a new approach to solving the problem, as officially reported similar developments in international practice are absent.

Опубліковано статей – 2; тез доповідей – 3.

### **СТ-72П “Розробка методів і програм аналізу пристроїв та систем наноелектроніки”**

Науковий керівник: д-р фіз.-мат. наук проф. Болеста І. М.

Номер держреєстрації – 0110U001379

Термін виконання: 01.01.2010–31.12.2011 р.

Штатні: 2,5 ставки, в т. ч. ст. наук. сп. – 0,5, наук. сп., канд. наук – 2;

сумісники: 4, в т. ч. гол. наук. сп., д-р наук. – 1; ст. наук. сп., канд. наук – 1; . інж. 2 кат. – 2, лаб. – 1 (студент).

#### **Резюме**

Розроблено алгоритми і програми розпаралелення процесу розв’язання задачі Коші у комп’ютерних мережах. Розроблено алгоритм та програму для багатопроцесорної обчислювальної системи із розподіленою пам’яттю. Сформульовано критерій, на основі якого встановлюється доцільність динамічного перерозподілу підзадач між обчислювальними вузлами. Запропоновано алгоритм взаємодії персональних комп’ютерів (ПК), об’єднаних у локальну мережу, у процесі міграції підзадач. Запропоновано метод порівняння трудомісткості інтегрування незв’язаним неявним методом Ейлера за різних топологій декомпозиції математичної моделі. Введено спосіб кількісного опису трудомісткості процесу моделювання. Описано емпіричний метод оцінки рівня впливу зв’язків між невідомими моделями на стійкість незв’язаного неявного методу Ейлера. Досліджено стратегії перемикання між топологіями декомпозиції. Задано лінійний порядок на множині можливих топологій декомпозиції.

Для визначення областей існування автоколивань у цифрових фільтрах, що виникають за рахунок квантування за рівнем, застосовано метод гармонічного балансу. На прикладі цифрових фільтрів другого порядку показано, що цей метод може успішно застосовуватися для виявлення довгоперіодних автоколивань. Отримано оцінку для максимальної амплітуди симетричних автоколивань у випадку, коли ефект квантування за рівнем зумовлений операцією Round (заокруглення до найближчого цілого).

The algorithms and program codes for solving Cauchy problem using parallel computing networks have been developed. The algorithm and corresponding software for multiprocessor computing system with distributed memory have been created.

Several solutions (criteria, methods, algorithms) have been proposed, including: dynamic task redistribution expedience criterion; the algorithm of PCs interaction during subtasks migration; method for the comparison of the computing power consumption when performing integration by unbounded Euler’s method for different decomposition topologies of the mathematical model; method for the numerical description of the computing power consumption. The empirical technique for the estimation of the influence of relations between models on the unbounded Euler’s method stability has been described. The strategies of switching between decomposition topologies have been investigated. Linear order on the set of the possible topologies has been established.

The harmonic balance method is employed for the determination of self-oscillation region in digital filters due to quantization effect. Using the second-order filters as an example it is

shown that this method can be successfully applied in order to reveal large period self-oscillations. Maximum magnitude of the symmetric self-oscillations has been estimated for the case in which quantization effect is caused by truncation procedure.

Опубліковано статей – 8, тез доповідей – 21.

### **СТ-71Ф “Оптичні спектри фрактальних кластерів”**

Науковий керівник: д-р фіз.-мат. наук проф. Болеста І. М.

Номер держреєстрації – 0110U001378

Термін виконання: 01.01.2010–31.12.2011 р.

Штатні: 1 ставка, в т. ч. 0,5 наук. сп., канд. наук – 2,

Сумісники: 4, в т. ч. гол. наук. сп., д-р наук. – 1; ст. наук. сп., канд. наук – 1; . інж. 2 кат. – 2, лаб. – 1 (студент).

### **Резюме**

Отримано леговані металами зразки шаруватих кристалів  $CdI_2-Me$  ( $Me = Cd, In, Te, Sn$ ) та  $CdBr_2-Me$  ( $Me = Ag, Cu$ ). За результатами досліджень у цих кристалах виявлено сформовані легуючими елементами металічні кластери. Досліжено відмінність оптичних спектрів пропускання, виміряних у різних ділянках кристала йодистого кадмію, та встановлено її зв'язок із наявністю кластерів та фрактальних структур, сформованих цими кластерами на поверхні кристалу. Зафіксовано додаткові смуги поглинання при 375 та 384 нм, викликані поверхневим плазмонним резонансом, який реалізується у металічних кластерах з радіусом, меншим довжини падаючої світлової хвилі. Проведено дослідження збудження люмінесценції кристалів  $CdI_2$  в ділянці 5...40 еВ з використанням синхротронного випромінювання та впливу атомів металів (In, Sb, Sn) на спектри люмінесценції в ділянці 1,5...5,0 еВ (для температур від 10 до 300 К). Зафіксовано сильний ріст інтенсивності свічення при енергіях, вищих за 35 еВ. Його можна пов'язати з протіканням багатофотонних процесів. З результатів аналізу співвідношення інтенсивності компонент у спектрах випромінювання при різних температурах слідує, що домішки селективно підсилюють складові люмінесценції. Експериментальні дані свідчать, що у матриці  $CdI_2$  формуються принаймі три типи нанокластерних утворень.

Samples of layered  $CdI_2-Me$  ( $Me = Cd, In, Te, Sn$ ) та  $CdBr_2-Me$  ( $Me = Ag, Cu$ ) doped crystals have been obtained. The detailed study of the mentioned crystals indicated the formation of metallic clusters influenced by dopants. The presence of clusters and clusters aggregates on the surface of the crystal modifies the transmission spectra of the respective area of the samples under study. Additional absorption bands at 375 and 384 nm are stimulated by the surface plasmon resonance within the clusters that have dimensions smaller than incident wavelength. Luminescence excitation studies have been carried out for energies ranged between 5 and 40 eV (using synchrotron light). Besides, the influence of metal atoms (In, Sb, Sn) on the luminescence spectra in the range of 1.5...5.0 eV has been investigated. All luminescence studies were performed for the temperature range 10...300 K. It is established that essential increase of the emission yield above 35 eV may be due to multi-photon processes. The performed analysis of the relative components intensities proved that impurities have selective effect on the luminescence bands. Experimental data confirms that at least three types of nanocluster aggregates are formed in the  $CdI_2$  host matrix.

Опубліковано статей – 7, тез доповідей – 14.

**СБ-73П «Світлорозсіюючі властивості суспензій харчових бактерійних клітин за дії асептичних нанокompatитних матеріалів»**

Науковий керівник: д-р фіз.- мат. наук, проф. Бордун О. М.

Номер держреєстрації – 0110U001380

Термін виконання – 01.01.2010–31.12.2011.

Штатних працівників – 6, в т.ч. пр. наук. сп. – 1, ст. наук. сп. – 3, мол. наук. сп. – 1, інж. – 1.

## Резюме

Розроблено блок-схему пристрою для реєстрації інформаційних сигналів з даних вимірів розсіяного світла. Розроблено програму графічної візуалізації результатів вимірювання і аналізу даних розмірного розподілу в реальному масштабі часу. Проведено дослідження часових залежностей стабільності суспензій ряду синтезованих нанокompatитних матеріалів на основі метало комплексів гетерофункціональних олігопероксидів з іонами  $Ag^+$  та  $Cu^+$  за змінами каламутності та розмірного розподілу. Проведено дослідження часових і концентраційних залежностей розмірного розподілу клітин бактерій *Desulphuromonas acetoxidans* за дії ряду іонів важких металів, Ag, 3d-перехідних металів, та у процесі взаємодії клітин із нанокompatитними матеріалами. Розроблено вторинний еталонний зразок каламутності для вимірювання змін каламутності суспензій в інтервалі 1-1000 одиниць NTU. Взято участь у інноваційному форумі «3 rd Forum Science and Technology Days Poland-East», 20-22 квітня 2010 р., м. Беловежа, РП. Підготовлено 2 інноваційні проекти, один з яких є частиною кластер-проекту “Acoustic wave application for the analysis of the quality and safety of porous food and non-food matrices”- “ACOUSTICS” за програмою ITEA (Європейської агенції координації досліджень ”Eureka” ).

The flow-chart of device for registration of information signals from these measuring of the light scattering is developed. The program of graphic real-time imaging the results of measuring size distribution particles is developed. Effort time dependence the stability of suspensions of row of synthesized nanocomposite materials on the basis of metal complexes of the heterofunctional oligoperoxides with the ions of  $Ag^+$  and  $Cu^+$  after the changes of turbidity and size distribution particles are measured. The time dependence and concentration dependence of size distribution of bacteria cells of *Desulphuromonas acetoxidans* for the actions of row of ions of heavy metals and ions of  $Ag^+$  and  $Cu^+$  are measured.. The second standard of turbidity s for measuring of changes of turbidity the suspensions in an interval 1-1000 units of NTU are developed. Participating is accepted in the innovative forum of «3 rd of Forum Science and of Technology Days Poland-East», on April, 20-22 in 2010, m of Biaelowieza, Poland. Geared-up 2 innovative projects, one of which is part of cluster project of “Acoustic of wave application for the analysis of the quality and safety of porous food and non-food matrices”- of “ACOUSTICS” after program of ITEA (European agency of co-ordination of researches of ”Eureka” ).

Опубліковано статей – 4; тез доповідей – 13.

## СБ–27Ф. “Квантові розмірні ефекти в електронних властивостях тонких металевих плівок та адсорбційні явища на поверхні оксидних напівпровідників”.

Наукові керівники: д-р фіз.-мат. наук проф. Стасюк З. В., д-р фіз.-мат. наук проф. Іванків Л. І.

Номер держреєстрації – 0109U002080

Термін виконання – 01.01.2009–31.12.2011р.

Штатних працівників – 3, в т.ч. наук. сп.– 1, лаб. – 2.

Сумісники – 8, в т.ч. гол. наук. сп., док.фіз.-м.н., науковий керівник –2, д-р фіз.-мат. наук – 1, н.с., канд. фіз.-мат.н.–1, н. с. – 1, інж. – 3.

## Резюме

Досліджено структуру, морфологію поверхні та розмірні залежності електропровідності та ТКО ультратонких плівок свинцю і нікелю. Встановлено межі впливу сурфактантного підшару на структуру металевих плівок. У рамках теорії функціоналу густини розраховано розмірні залежності енергії Фермі та періоду ґратки ультратонких досліджуваних плівок металів (товщиною 1–10 атомних шарів). Використано принцип енергетичної відповідності при хемосорбції для оцінки енергії зв'язку молекули з центром адсорбції і її зміни при зміні заповнення центрів. Показано, що існує широкий набір центрів адсорбції з різною енергією активації хемосорбції. З допомогою розподілу центрів адсорбції за енергіями активації виявлено механізм процесу каталізу, пояснено залежність теплоти адсорбції від ступеня покриття поверхні молекулами.

The structure and conductivity of Pb and Ni ultrathin (2–10 nm) films were investigated. Films were deposited onto amorphous substrates precovered by Sb or Ge sublayers. It was shown that surfactant underlayers can drastically change structure, surface morphology and transport properties of investigated metal films. The electron structure of investigated metal films in the frame work of functional density theory were calculated. The range of electron transport models and surfactant underlayers application in metal films were established.

Опубліковано статей – 4; тез доповідей – 2.

### **СН-25Ф “Ефекти низькорозмірності в електронних властивостях інтеркальованих структур напівпровідник-метал”.**

Науковий керівник: професор, д-р фіз.-мат. наук проф. Стахіра Й. М.

Номер держреєстрації – 0109U002078.

Термін виконання – 01.01.2009 р. – 31.12.2011 р.

Штатних працівників – 3, в т. ч. ст. наук. сп., канд. фіз.-мат. наук – 1, наук. сп. – 1, інж. I кат.–1.

### **Резюме**

Встановлено, що явище самоочистки покращує якість отримання полікристалів InSe інтеркальованих магнітними домішками. Рентгенофазовий аналіз отриманих зразків показав немонотонність зміни параметру ґратки вздовж осі анізотропії з ростом концентрації інтеркалянта. Частотні залежності реальної складової комплексного питомого імпедансу, перпендикулярного до шарів отриманих зразків, показали суттєвий вплив на їх характер кількості впровадженого інтеркалянта. Отримані діаграма Найквіста та частотна залежність діелектричної проникливості  $M_x\text{InSe}$  та змодельовано процеси за допомогою електричної еквівалентної схеми з розподіленими параметрами. В моделі віртуального кристалу на мові електронного перемішування враховано немонотонну зміну постійної ґратки вздовж осі анізотропії, анізотропію електронного перемішування інтеркалянт-матриця  $V(\vec{k})$ . Показано, що врахування останнього приводить до появи хвостів густини електронних станів, в той час як при виборі  $V(\vec{k}) = \text{const}$  появляється додаткова зона, яка з ростом концентрації інтеркалянта зсувається до середини забороненої зони.

It was found that self-purification phenomenon improve on the quality of intercalation of  $A^3B^6$  layer polycrystals by  $3d$ -metals. X-ray analysis showed nonmonotomic function of the lattice parameter along c-anisotropy axis depending on nickel concentration. Frequency dependences of real component of complex specific impedance measured across the layers showed significant dependence on the concentration of inserted nickel. Obtained Nyquist diagrams and frequency dependence of dielectric function of  $M_x\text{InSe}$  allowed us to design the process in studied structure with the help of electric equivalent schemes with divided parameters. Within the framework of the virtual model crystal we considered nonmonotomic function of the

lattice parameter along c-anisotropy as nonmonotonic electron and anisotropy type of the electron intercalant-lattice hybridization. The tendencies of changes of the shape of electron density of states, appearance of tails and additional band in the forbidden band depending on intercalant concentration and mentioned above reasons were obtained.

Опубліковано статей – 4 тез – 3.

### **СН-31Ф “Чинники власно дефектного розупорядкування у властивостях окисних сполук”**

Науковий керівник: ст. наук. сп. канд. фіз.-мат. наук Шевчук В.Н.

Номер держреєстрації – 0109U002095.

Термін виконання – 01.01.2009 р. – 31.12.2011 р.

Штатні працівники: 4, в т.ч. с. н. с., канд.фіз.-мат. наук. – 1, н. с. – 1, інж. I кат. – 1, техн. I кат. – 1.

Сумісники: 2, в т.ч. д-р фіз.-мат. наук – 1, лаб. – 1.

#### **Резюме**

Дослідження власнодефектного розупорядкування та його впливу на фізичні властивості складних оксидів експериментально проведено шляхом вивчення електричних і діелектричних характеристик кристалів  $\text{Ca}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ ,  $\text{Ca}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_4\text{O}_{14}$  та вольфраматів Ca, Pb і Cd. Отримано і розглянуто основні типи наноутворень у сполуці  $\text{V}_2\text{O}_3$ . З використанням програми TOPOS реалізовано цикл робіт для візуалізації каналів переміщення іонів у структурі складних оксидів. Розроблено загальний формалізм комбінованої еліпсометричної методики оптичної характеристики кристалів будь-яких сингоній. Розглянуто спектри дифузного відбивання та парамагнітні центри у нанопорошковому двоокисі титану, легovanому d-елементами.

The investigations of own-defect-disordering and its influence on physical properties of the complex oxides were carried out by investigation of electrical and dielectric characteristics of the  $\text{Ca}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ ,  $\text{Ca}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_4\text{O}_{14}$  and Ca, Pb, and Cd tungstate crystals. The main types of nano-formations for  $\text{V}_2\text{O}_3$  compound were obtained and considered. Using the TOPOS program the works for visualization of ion transfer canals in structures of complex oxides were realized. The universal formalism of combined ellipsometric method of optical characterization crystals of some syngony was elaborated. Diffuse reflectance spectra and paramagnetic centers in nanopowder of dioxide titanium doping by d-elements were considered.

Опубліковано статей – 4, тез – 15.

### **СН-26П “Розробка технологій отримання та модифікації властивостей варізонних епітаксійних шарів CdHgTe для детекторів ІЧ випромінювання”.**

Науковий керівник канд. фіз.-мат. наук, ст. наук. сп. Писаревський В. К.

Номер держреєстрації – 0109U002607.

Термін виконання: 01.01.2009–31.12.2010.

Штатні працівники: 11, в т.ч. пр. наук. сп., канд. наук – 2, наук. сп. – 5, мол. наук. сп. – 2; інж. I кат. – 2;

Сумісники: 7, в т.ч. інж. I кат. – 2, пр. наук. сп. – 3, д-р наук – 1, канд. наук – 2, лаб. – 1, асп. – 1.

#### **Резюме**

Здійснено ріст епітаксійних шарів CdHgTe методом парофазної епітаксії з заданим градієнтом варізонності та складом твердого розчину на поверхні. Вивчено досконалість та енергетичну структуру поверхні використовуючи методи скануючої тунельної мікроскопії та спектроскопії халькогенідних напівпровідників. Досліджено електрофізичні

та фотоелектричні властивості вирощених зразків. На основі одержаних експериментальних результатів проведено моделювання фоточутливості варізонних фотодіодів на основі твердого розчину CdHgTe змінного складу, в якому координатна залежність ширини забороненої зони має кусочно-лінійний характер з різними нахилами по обидві сторони від *p-n*-переходу. Проаналізовано спектральну залежність фоточутливості фотодіодів і вплив на неї градієнтів ширини забороненої зони, швидкості поверхневої рекомбінації фотоносіїв і товщини базових областей. Показано, що із збільшенням асиметрії енергетичної діаграми фотодіодів відбувається зростання фоточутливості за рахунок збільшення поглинання ІЧ випромінювання.

Використовуючи дані рентгеноспектрального аналізу виконано розрахунок енергетичної діаграми варізонних шарів, в яких зміна ширина забороненої зони супроводжується координатною залежністю діелектричної проникності та ефективних мас носіїв заряду. Проаналізовано особливості впливу градієнтів діелектричної проникності та ефективних мас носіїв заряду на профілі країв зони провідності і валентної зони.

In 2010, according to technical task it has been fulfilled growth by the vapor-phase epitaxy method of CdHgTe epitaxial layers with given gradient of band-gap and composition at the surface. It has been studied the perfection and energy band structure of the layers' structure using the tunnel-scanning microscopy and the spectroscopy of chalcogenide semiconductors. Electrophysical and photoelectric properties of the grown samples have been investigated. On the basis of the obtained experimental results it has been carried out modeling of photosensitivity of graded-band-gap photodiodes based on CdHgTe solid solution of variable composition in which coordinate dependence of band-gap has piece-linear character with different slopes on two sides of *p-n* junction. It has been analyzed spectral dependence of photodiode photosensitivity and its dependence on band-gap gradient, surface recombination of photocarriers and width of the base regions. Increasing asymmetry of energy band diagram is shown to give rise to increase of the photosensitivity at expense of increasing absorption of IR radiation.

Using data of X-ray analysis it has been carried out calculation of graded-band-gap diagram of variable-gap layers in which variation of band-gap is accompanied by coordinate dependence of permittivity and effective masses of charge carriers. It has been analyzed the features of influence of permittivity and effective masses of charge carriers on the profiles of conduction band and valence band.

Опубліковано статей – 10, тез – 19.

Подані заявки, одержані рішення, патенти: – 1.

### **СН-69П “Ефекти міжшарової взаємодії в електронних властивостях шаруватих напівпровідників”.**

Наукові керівники: д-р фіз.-мат. наук проф. Стахіра Й. М., д-р фіз.-мат. наук пр. наук. сп, Котерлин М.Д.

Номер держреєстрації – 0110U001376.

Термін виконання: 01.01.2010 р.–31.12.2011 р.

Штатні працівники: 4, в т.ч. ст. наук. сп., д-р фіз.-мат. наук – 1, наук. сп. – 3,

Сумісники: 2, в т.ч. наук. керівник, гол. наук. сп., д-р фіз.-мат. наук – 1, наук. сп., канд. фіз.-мат. наук – 1.

### **Резюме**

Проведено удосконалення технологічних режимів вирощування чистих монокристалів типу  $A^3B^6$  методами Бріджмена та Чохральського. Досліджені особливості впорядкування кристалічної структури вздовж осі *c* нормальної до площини шарів кристалів GaSe методом рентгенівської дифракції на монокристалах. Проведені дослідження спектрів (залежності від довжини електромагнітної хвилі) модульованої за

інтенсивністю фотопровідності у шаруватих кристалах InSe при різних частотах модуляції (120-1000 Гц) інтенсивності світлового потоку. Встановлено, що при енергіях кванта світла, менших за ширину забороненої зони кристала InSe, збільшення частоти модуляції світлового потоку приводить до зменшення фотопровідності кристала.

Встановлено взаємозв'язок основних параметрів кристалічної матриці та підгратки кондівських  $f$ -центрів з характером формування електронних фазових переходів типу «метал-напівпровідник» та «магнітний-немагнітний» в заданому інтервалі температур та їх вплив на електрофізичні і термоелектричні характеристики з використанням моделі ефективної густини електронних станів  $f$ -типу біля рівня Фермі в сполуках на основі Ce (Yb)

Technology regimes of the growing of  $A^3B^6$  single crystals by Bridgman and Chohralskiy method is improved. Peculiarities of crystal structure ordering along  $c$ -axis (normal to the GaSe layers) by X-ray method were studied. We carried out the studies of photoconductivity spectra modulated over intensity at different modulation frequencies (120-1000 Hz) of light intensity. It is found, that increase of the frequency of light modulation causes the decrease of crystal photoconductivity at energy of light quantum less than energy of forbidden gap.

It has been established relationship between the main parameters of crystal matrix and sublattice of Kondo  $f$ -centers with the character of formation of electronic phase of “metal-semiconductor” and “magnetic-nonmagnetic” types in given temperature range and their influence on electrophysical and thermoelectric properties with using the model of effective density of states near Fermi level in a compound on the basis of Ce (Yb).

Опубліковано статей – 6, тез – 4.

### **СМ-30Ф “Високотемпературна надпровідність. Кристалохімічне моделювання, структура, синтез та фізичні властивості легованих ртутьвмісних надпровідників”.**

Науковий керівник: професор, кандидат фіз.-мат. наук Луців Роман Васильович.

Номер держреєстрації: – 0109U002084.

Термін виконання: 01.01.2009 – 31.12.2011.

Штатні працівники – 3, в т.ч. ст. наук. сп – 1, наук. сп – 2.

Сумісники – 4, в т.ч. наук. кер., пр. наук. сп., канд. фіз.-мат. наук – 1; канд. фіз.-мат. наук – 1; лаб. – 2.

#### **Резюме**

Досліджено вплив одночасного легування домішками заліза та свинцю на стабільнісні та критичні параметри матеріалу Hg-1223 отриманого золь-гель методом. Встановлено вплив температурних умов синтезу на фазовий склад та розмір гранул матеріалу прекурсору. Вивчено вплив термовідпалу на електричні властивості керамік, проаналізовано мікроструктуру отриманого матеріалу. Під час легування залізом  $HgBa_2Ca_2Cu_3O_{8+\delta}$  спостережено зниження  $T_c$  і підвищення сили пінінгу. Двоступінчасті залежності намагніченості НП переходу в нульовому (ZFC) та прикладеному (FC) полі корелюють з електрофізичними даними. Густина внутрішньогранульного струму для Hg,Pb-1223 на основі вимірювання петлі гістерезису до 15 Oe при 4.2K визначена згідно моделі Біна підвищується на 10% при допуванні Fe.

The influence of lead and iron doping on stability and critical parameters of Hg-1223 synthesized by sol-gel method was researched. The synthesis conditions on phase contains and granules size of Hg-HTSC were established. Electrical, magnetic properties and microstructure of ceramics were analyzed. Decreasing of  $T_c$  and rising of critical current density for material with Fe doping were observed.

Опубліковано статей – 5, тез доповідей – 4.

## **СО-70Ф “Багатохвильовий стан модульованої надструктури діелектричних кристалів”.**

Науковий керівник: д-р фіз.-мат. наук проф. Половинко І. І.

Номер держреєстрації – .

Термін виконання – 01.01.2010–31.12.2011 р.

Штатні:– 1, в т. ч. гол. наук. сп., д-р фіз.-мат. наук – 1.

Сумісники: 4, в т. ч. д-р фіз.-мат. наук, гол. наук. сп. – 1, ст. наук. сп. – 1, аспіранти – 2.

### **Резюме**

Визначено умови росту та вирощено монокристали  $[N(CH_3)_4]_2Zn_{(1-x)}B_xCl_4$  (де  $B=Cu$ ;  $Co$ ;  $Mn$ ;  $Ni$ ;  $x=0,1$ ;  $0,25$ ;  $0,5$ ). Отримано температурні залежності двоприменезаломлення та залишкової інтенсивності для кристалів  $[N(CH_3)_4]_2Zn_{(1-x)}B_xCl_4$  (де  $B=Cu$ ;  $Co$ ;  $Mn$ ;  $Ni$ ;  $x=0,1$ ;  $0,25$ ;  $0,5$ ). Встановлено оптимальні умови вирощування мішаних кристалів солей Тутона, зокрема  $K_2Cu_xNi_{1-x}(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$  ( $x=0 \div 1$ ). Проведено рентгеноструктурні дослідження, дослідження спектрів комбінаційного розсіювання світла, теоретичне обґрунтування впливу різного співвідношення солей, які беруть при вирощуванні з водного розчину, на структуру кристалів.

The conditions of growth and grown single crystals  $[N(CH_3)_4]_2Zn_{(1-x)}B_xCl_4$  (where  $B = Cu$ ;  $Co$ ;  $Mn$ ;  $Ni$ ;  $x = 0,1$ ,  $0,25$ ;  $0,5$ ). The temperature dependences of birefringence and residual intensity for crystals  $[N(CH_3)_4]_2Zn_{(1-x)}B_xCl_4$  (where  $B = Cu$ ;  $Co$ ;  $Mn$ ;  $Ni$ ;  $x = 0,1$ ,  $0,25$ ;  $0,5$ ). Optimal growing conditions Tutona mixed salt crystals, such  $K_2Cu_xNi_{1-x}(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$  ( $x = 0 \div 1$ ). An X-ray studies, research Raman spectra, the theoretical substantiation of the influence of different ratio of salts that are in growing from an aqueous solution, the structure of crystals.

Опубліковано статей – 10, тез доповідей – 18.

## **Інші форми наукової діяльності (робота спеціалізованих вчених, експертних рад, рецензування та опонування дисертацій тощо).**

Проф. Половинко І.І. - Член спеціалізованої вченої ради Д35.051.09 при Львівському національному університеті імені Івана Франка по захисту докторських дисертацій, Член спеціалізованої вченої ради Д35.052.12 при Львівському національному університеті «Львівська політехніка» по захисту докторських дисертацій . Член редколегії журналів «Вісник львівського університету, серія фізична» та «Теоретична електротехніка».

Проф. Кушнір О.С. – член спецради Д32.051.01 при Волинському нац. ун-ті імені Лесі Українки (спец. 01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків); зам. гол. редактора журналу „Теоретична електротехніка”

Професор Стахіра Й.М. – віце-президент Українського фізичного товариства, член наукової ради з фізики напівпровідників НАН України, заступник голови спеціалізованої Вченої ради Д 35.051.09, член редколегії “Журналу фізичних досліджень”, “Вісника Львівського університету” (серія фізична), журналу “Світ фізики”, член вченої ради факультету електроніки. Науковий консультант докторської дисертації Товстюк Н.К. (тема дисертації “Мікроскопічна теорія електронних властивостей напівпровідникових шаруватих кристалів та інтеркальованих структур”), науковий консультант докторської дисертації доц. Галія П.В. (тема дисертації “Електронні властивості та мікро- і нано-структура поверхонь галогенідів цезію й селенідів індію науковий”), керівник кандидатської дисертації аспірантки Данилюк Г.Д.

Професор Савчин В.П. член Видавничої ради університету. Керівник наукового семінару факультету електроніки. Був офіційним опонентом дисертаційних робіт: БОЛЕДЗЮКА В. Б. “ВЛАСТИВОСТІ СПОЛУК ВПРОВАДЖЕННЯ ВОДНЮ, БАРІЮ І ЙОДУ НА ОСНОВІ ШАРУВАТИХ КРИСТАЛІВ  $InSe$  ТА  $GaSe$ ”, поданої на здобуття

наукового ступеня канд. фіз.-мат. наук за спеціальністю 01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків (захист відбувся 01.10.2010); ПЕТРУСЯ Р. Ю. “Створення та фотоелектричні властивості структур на основі багатокомпонентних халькогенідів”, подану на здобуття наукового ступеня канд. фіз.-мат. наук за спеціальністю 01.04.18 – фізика і хімія поверхні (захист відбувся 22.10.2010).

Професор Луців Р. В. - член редколегій “Журнал фізичних досліджень” і “Вісника університету”; член експертної Ради Міносвіти України з фізики; член науково-технічної Ради НВО “Карат”.

Доцент Монастирський Л. С. - Член редколегії Вісника НУ “Львівська Політехніка” напрямком “Комп’ютерні системи проектування”.

Доцент Ваків М.М. - член редколегії журналу “Технології і конструкція електронних апаратів”.

Проф. Стасюк З. В. – член спеціалізованої вченої ради Д 20.051.06 при Прикарпатському університеті імені Василя Стефаника. Член експертної Ради ДАК України за напрямком “Електроніка”. Член Ради з фізики та хімії поверхні при Президії НАН України. Член редколегій: Вісника ЛНУ ім. Івана Франка, серія фізична, журналу “Фізика і хімія твердого тіла”

Проф. Болеста І.М. - член редколегії “Фізичного збірника НТШ”; відповідальний секретар журналу “Вісник Львівського університету. Серія фізична”, головний редактор збірника наукових праць "Теоретична електротехніка", член програмного комітету Міжнародної конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики ЕВРИКА–2009, член програмного комітету Міжнародної наукової конференції "Фізичні методи в екології, біології та медицині", член програмного комітету Всеукраїнської науково-практичної конференції „Комп’ютери в електроніці: наукові дослідження та навчальний процес”

Доц. Благітко Б. Я., доц. Вельгош С. Р., доц. Злобін Г. Г., асист. Карбовник І. Д., доц. Ковальчук М. Г., доц. Любунь З. М., доц. Мочульський Ю. С., доц. Рабик В. Г., доц. Хвищун І. О., с.н.с Шмигельський Я.А. – члени організаційного комітету Всеукраїнської науково-практичної конференції „Комп’ютери в електроніці: наукові дослідження та навчальний процес”

Проф. Павлик Б.В. – член експертної ради з фізики ВАК України; заступник голови навчально-методичної комісії з електроніки МОН України; член Вченої Ради ЛНУ ім. Івана Франка; член редакційної колегії журналу “Вісник ун-ту”; вчений секретар спеціалізованої вченої ради Д35.051.09 із захисту дисертацій при Львівському національному університеті імені Івана Франка.

## **Відгуки на автореферати дисертацій, рецензії книг**

Проф. Павлик Б.В. подав відгуки на автореферати наступних дисертаційних робіт:

- докт. дис. Ваків М.М. “Технологія структурних модифікацій деградаційно-релаксаційних перетворень в функціональних матеріалах на основі стекло та кераміки для сенсорів електронної техніки” по спеціальності 05.27.06 (захист відбувся 15.09.10);
- канд. дис. Савченко Д.В. “Електронна структура та кінетичні властивості парамагнітних домішок та дефектів у карбіді кремнію” по спеціальності 01.04.07 (захист відбувся 23.04.10);
- канд. дис. Колесник М.М. “Структурні електрофізичні та оптичні властивості плівок ZnTe та гетеропереходів ZnTe/CdTe” по спеціальності 01.04.07 (захист відбувся 05.03.10);
- канд. дис. Голобородько Н.С. “Сенсори хвильового фронту з високою просторовою роздільною здатністю для дослідження оптично-неоднорідних об’єктів” по спеціальності 01.04.05 (захист відбувся 22.06.10);
- канд. дис. Оленич І.Б. “Оптико-люмінесцентні властивості поруватого кремнію, одержаного методом анодизації” по спеціальності 01.04.05 (захист відбувся 08.06.10);

– канд. дис. Петрусь Р.Ю. “Створення та фотоелектричні властивості структур на основі багатокомпонентних халькогенідів” по спеціальності 01.04.18 (захист відбувся 22.10.10);

Зав.лаб., гол. наук. сп. Зоренко Ю.В подав відгук на автореферат канд. дисертації Мартиненко Е.В. (ІСМ НАН України) «Первинний розмін енергії іонізуючої частинки у трекових ділянках органічних скінтіляційних кристалічних матеріалів» і рецензію на рукопис монографії Шклярського В.І. (Національний університет „Львівська Політехніка”) «Телевізійна сканувальна оптична мікроскопія: Теорія та практика»

Професор Стахіра Й.М. – науковий консультант докторської дисертації Товстюк Н.К. (тема дисертації “Мікроскопічна теорія електронних властивостей напівпровідникових шаруватих кристалів та інтеркальованих структур”), науковий консультант докторської дисертації доц. Галія П. В. (тема дисертації “Електронні властивості та мікро- і нано-структура поверхонь галогенідів цезію й селенідів індію”)

Професор Савчин В.П підготував відгук на автореферат дисертації Коплак О. В. "Магнітостимульовані зміни дефектно-домішкового стану та фізичних характеристик кристалів кремнію", поданої до захисту на здобуття наукового ступеня канд. фіз.-мат. наук зі спеціальності 01.04.07 – фізика твердого тіла (захист відбувся 26.10.2010), науковий консультант докторанта Балицького О. О.

Проф. Половинко І. І. – опонент дисертаційної роботи Дробчак О.З. «Електронні збудження та центри люмінесценції в карбаміді та його адуктах з фосфатними, оксалатними та уратними солями», представлену до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук зі спеціальності 01.04.10 фізика напівпровідників та діелектриків, 14 травня 2010 р.

Проф. Кушнір О.С. опонував дисертацію Оленича І. Б. „Оптико-люмінесцентні властивості поруватого кремнію, одержаного методом анодизації” (здобуття наук. ступ. к. ф.-м. н., спец. 01.04.05 – оптика, лазерна фізика); рецензував проект П45003 „Optoelectronics nanodimension systems – the rout towards applications” з галузі „Integral and Interdisciplinary Research” (Ministry of Science and Technological Development, Serbia, 2011–2014); рецензував рукописи статей в журналах „Журн. фіз. дослідж.” (2 статті), „Ukr. J. Phys. Opt.” (3 статті); рецензував пакети комплексних контрольних робіт до навч. курсів „Лазерна техніка та квантова електроніка” і „Прикладна оптика” (Нац. ун-т „Львівська політехніка”).

Професор Луців Р.В. написав відгук на автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук Д. І. Бойченка „Нерівноважні ефекти в провідності контактів метал-манганіт” за спеціальністю 01.04.07 “Фізика твердого тіла”.

Професор Стасюк З.В опонував 2 кандидатські дисертації (Жавжаров Є., Запорізький НТУ; Кланічка В., Прикарпатський НУ ім.В.Стефаника) (проф.Стасюк З.В.), рецензував 1 докторську та 5 кандидатських дисертацій.

Проф. Болеста І.М. – офіційний опонент дисертаційної роботи М.В. Партики "Кристалічна структура і оптико-спектральні властивості просторово-модульованих і низькорозмірних фероїків з алкіламін-катионом" представленої на здобуття наукового ступеня кандидата фіз.-мат. наук (захист відбувся 26.02.2010 на вченій раді Д. 35.051.09. при Львівському національному університеті імені Івана Франка). Написав відгук на автореферат дисертаційної роботи Сугака Ю.Д. "Вплив термохімічних обробок на оптичні та структурні властивості кристалів LiNbO<sub>3</sub>" представленої на здобуття наукового ступеня кандидата тех. наук і рецензію на монографію П.С. Кособуцького "Метод обвідних в інтерферометрії Фабрі-Перо".

## Зовнішні зв'язки

### **Співпраця з науковими установами НАН та галузевих академій наук України (наукові стажування, к-ть спільних публікацій, спільні наукові заходи).**

Протягом 2010 року підтримувалися сталі робочі зв'язки кафедри електроніки з науковими установами України з проблем синтезу та досліджень люмінесцентних матеріалів:

- ◆ Інститутом сцинтиляційних матеріалів НВО Інститут монокристалів НАН України (Харків, керівник – академік НАН України, проф. Гриньов Б.В., зав. лаб. А. Федоров).
- ◆ Інститутом монокристалів НВО Інститут монокристалів НАН України (Харків, керівник – член-кор. НАН України Пузіков В.М., зав. відділом Я Данько, д-р С. Нижанковський).
- ◆ Інститутом прикладних проблем матеріалознавства, м. Київ, Україна (д-р В. Лагута);

Кафедра радіоелектронного матеріалознавства факультету електроніки Львівського національного університету імені Івана Франка співпрацювала з Інститутом Фізики АН України (м. Київ), з Інститутом фізики конденсованих систем НАН України, Інститутом магнетизму НАНУ, м. Київ (керівник член-кор. Горобець Ю.І.) у галузі високотемпературної надпровідності.

### **6.2. Співпраця із зарубіжними науковими установами та фірмами (наукові стажування, ґранти (додаток 3), контракти, к-ть спільних публікацій, спільні наукові заходи, запрошення зарубіжних науковців).**

Кафедра електроніки співпрацює у галузі фотоелектроніки з наступними зарубіжними установами:

- ◆ Інститутом матеріалів для електроніки та електротехніки Університету Ерланген-Нюрнберг (Німеччина) (проф. К. Брабец та А. Віннакер) – роботи по проекту DFG WI 393/24-1;
- ◆ Інститутом експериментальної фізики Гданського Університету (Польща) (проф. М. Грінберг) – виконання спільного проекту “Люмінесцентна спектроскопія новітніх люмінесцентних матеріалів”;
- ◆ Інститутом фізики АН Чехії, Прага (д-р Нікл М.);
- ◆ Інститутом фізики АН Естонії, Тарту (д-р С. Зазубович, д-р А. Красников);
- ◆ HASYLAB (Hamburger Synchrotronstrahlungslabor, Гамбурзька лабораторія синхротронного випромінювання), DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron, Німецький електронний синхротрон, Гамбург, Німеччина) (д-р В. Друбе, д-р А. Котлов) – дослідження люмінесцентних властивостей фосфорів на основі монокристалічних плівок окисних сполук на станції SUPERLUMI (роботи за проектом II-05-105 Luminescence of oxide films (люмінесценція оксидних плівок)).

У 2010 році кафедрою фізики напівпровідників підтримувались наукові зв'язки з вченими США, ФРН, Польщі та Російської Федерації (МДУ ім. М. Ломоносова, НВО "Орион").

Зокрема, вчені кафедри брали участь у виконанні проекту LU-PG1206 “Spectroscopy of Surface States and Anisotropic Band Structure Cleavage Surfaces of Intercalated Layered Crystals (Спектроскопія поверхневих станів і анізотропна зонна структура поверхонь сколювання інтеркальованих шаруватих кристалів)” (Center for Advanced Microstructures and Devices (CAMD), Центр передових мікроструктур і пристроїв), Louisiana State University (Луїзіанський державний університет)) (09.30.09 – 09.30.11), США. Проводилися спільні дослідження топографії поверхонь сколювання (100) шаруватих кристалів (ШК)  $\text{In}_4\text{Se}_3$  та електронних спектрів цих поверхонь; теоретичні розрахунки густини електронних станів

та електронних спектрів в Луїзіанському державному університеті (проф. Ярослав Лозовий) та університеті Небраска-Лінкольн (UNL) (проф. Петер Довбен).

Продовжувалися спільні дослідження в рамках наукової співпраці між Львівським національним університетом та Вроцлавським університетом (Інститут Експериментальної фізики, відділ Мікроструктури поверхні) (Республіка Польща) методами: скануючих тунельної мікроскопії (СТМ) та спектроскопії (СТС); атомно-силової мікроскопії (АСМ) та атомно-силової спектроскопії (АСС); дифракції повільних електронів (ДПЕ) топографії поверхонь сколювання (100) ШК  $\text{In}_4\text{Se}_3$  та формування наноструктур (проф. Антоні Цішевський, доктори Петер Мазур, Стефан Зубер).

Продовжувалися спільні роботи кафедри нелінійної оптики згідно укладених угод про науково-технічну співпрацю з Вроцлавським університетом (проф. Чапля З.), Познанським інститутом молекулярної фізики (проф. Трибула З.), Політехнічним інститутом м. Кельце (доц. Калужа С.), Політехнічним інститутом м. Ченстохова (проф. Храбанський Р.) з дослідження оптичних і діелектричних властивостей сегнетоелектричних кристалів, з інститутом „Йозафа Стефана” м. Любляна, Словенія, з дослідження неспівмірних структур методом ядерно-магнітного резонансу.

Кафедрою радіофізики наведені і підтримуються наукові контакти з Національним інститутом ядерної фізики, Рим, Італія, Інститутом фундаментальної електроніки і радіотехніки Варшавської політехніки, Польща (проф. Яцек Войцеховський), Інститутом електроніки Лодзької політехніки, Польща (проф. Анджей Матерка), кафедрою електроніки та електронних технологій Університет Огайо США (проф. Стажик), Вищою педагогічною школою, м. Ченстохова, Польща, в галузі фізики твердого тіла та наноелектроніки.

### Випускники аспірантури та докторантури

Прізвище, ініціали	Спеціальність	Денне чи заочне відділення	Науковий керівник
Данилюк Г. Д.	01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків	денне	Проф. Стахіра Й. М.
Дверій О.Р.	01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків	денне	Доц. Галій П. В.
Карпа І. В.	01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків	денне	Гол. наук. сп. Свелеба С.А.

### Захист дисертацій випускниками аспірантури і докторантури

Прізвище, ініціали	Науковий керівник, консультант	Рік закінчення	Дата подачі до спец. ради	Дата захисту	Тема дисертації
--------------------	--------------------------------	----------------	---------------------------	--------------	-----------------

Дробчак О. З.	проф.Бордун О.М.	2009		20.05. 2010	Електронні збудження та центри люмінесценції в карбаміді та його адуктах з фосфатними, оксалатними та уратними солями (01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків)
---------------	---------------------	------	--	-------------	---

### Захист дисертацій співробітниками

Прізвище, ініціали	Посада, кафедра	Спеціальність	Дата захисту	Тема дисертації
Куньо І. М.	мол. наук. сп. каф. нелінійної оптики	01.04.07. – фізика твердого тіла	17.11.2009	Динаміка модульованої структури в діелектричних кристалах $[N(CH_3)_4]_2MeCl_4$ (Me=Cu, Zn, Fe), $Cs_2HgCl_4$ , $Cs_2HgBr_4$ , $Cs_2CdBr_4$ в умовах сильного пінінгу
Семотюк О.В.	Інженер II кат. каф. нелінійної оптики	01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків	17.03.2010	Стохастичний режим модульованої структури в кристалах в неспівмірній фазі кристалів $[N(CH_3)_4]_2MeCl_4$ (Me=Cu, Zn, Fe)
Оленич І. Б.	Мол. наук. сп. кафедри радіоелектронного матеріалознавства	01.04.05 – оптика, лазерна фізика	08.06.2010	“Оптико-люмінесцентні властивості поруватого кремнію, одержаного методом анодизації”
Кухарський І. Й.	Інженер I кат. каф. фізичної та біомедичної електроніки	01.04.05 – оптика, лазерна фізика	08.06.2010	Власні центри люмінесценції і рекомбінаційні процеси в поліморфних видозмінах германату вісмуту.

Лукашук В. В.	Мол. наук. сп. . каф. фізичної та біомедичної електроніки	01.04.10 – фізика напівпровідників і діелектриків	25.06.2010	Електронні збудження та люмінесценція вісмуткових та вольфрамкових оксианіонів у полікристалічних оксидних сполуках
Товстюк Н. К.	Ст. наук. сп. каф. фізики напівпровідників	01.04.10- фізика напівпровідників і діелектриків (докторська дисертація)	20.10.2010	Мікроскопічна теорія електронних властивостей напівпровідникових шаруватих кристалів та інтеркальованих структур
Галій П. В.	Доцент каф. фізики напівпровідників	01.04.18 – фізика і хімія поверхні (докторська дисертація)	22.10.2010	Електронні властивості та мікро-і нано-структура поверхонь галогенідів цезію й селенідів індію

### Студентська наукова робота

На факультеті працює 7 наукових гуртків, в яких беруть участь 86 студентів. У виконанні держбюджетних тем з оплатою праці брали участь 14 студентів.

Спільно з фізичним факультетом проведено Міжнародну конференцію студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики „ЕВРИКА-2010”, у якій взяли участь понад сто учасників.

Студенти факультету електроніки брали участь у наступних семінарах та конференціях:

1. II міжнародна конференція „Фізичні методи в екології біології та медицині”, – Львів-Шацьк, 9-12 вересня 2010 р.

2. II Всеукраїнська науково-практична конференція „Комп’ютери в електроніці: наукові дослідження та навчальний процес”, Львів-Чинадієво, Україна. – 2–5 вересня 2010 р.

Всього студентами опубліковано 9 наукових статей (2 статті індивідуально), 32 тези доповідей на конференціях (одна теза індивідуально).

Студенти факультету взяли активну участь у Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт за напрямками: інформатика, обчислювальна техніка і автоматизація; матеріалознавство; фізика. Студенти – переможці конкурсів та олімпіад:

1. Б. С. Садовий. Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт з напрямку „Фізика”. Харків, 1–2 квітня 2010 р. Диплом переможця II ступеня.

2. І. І. Колич. Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт з напрямку „Фізика”. Харків, 2 квітня 2010 р. Диплом переможця III ступеня.

Студенти В. В. Скляр, В. Б. Шевчик і О. С. Чмихало нагороджені заохочувальними дипломами за участь у другому етапі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з напрямку „Інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація”, який відбувся у Вінницькому національному технічному університеті 22-24 березня 2010 р.

Студенти факультету захистили 85 дипломних та 244 курсові роботи.

## Публікації

### Навчальні посібники

Учені підрозділу видали 2 навчальні посібники загальним обсягом 62,9 друк. арк.

Бібліографічний опис (вказати наявність грифу МОН України)	Обсяг (друк.арк.)
Експериментальна оптика: Навчальний посібник / <b>О. Кушнір, Ю. Корчак, Л. Луців-Шумський, С. Рихлюк.</b> – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. – 465 с. (гриф МОН України).	29
<b>Половинко І. І.</b> Атомна і ядерна фізика: Навчально-методичний посібник / <b>І. І. Половинко.</b> – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 541 с.	33,9

### Вісники

Видано 1 випуск вісника загальним обсягом 24,9 друк.арк.

Серія, випуск	Обсяг, друк.арк.
Вісник Львівського університету. Серія фізична. 2009. Вип..44.	24,9

### Збірники наукових праць

Видано 2 випуски збірників загальним обсягом 35 друк.арк.

Серія, випуск	Обсяг, друк.арк.
Теоретична електротехніка, випуск 60	18,2.
Теоретична електротехніка, випуск 61	16,8

Опубліковано 122 наукові статті, у тім числі 35 у виданнях списку ISI та 10 в інших зарубіжних виданнях, 163 тези доповідей на конференціях.

### Патентно-ліцензійна діяльність

Заявки на винахід (корисну модель) (на видачу патенту на винахід (корисну модель))

1. Павлик Б. В., Дідик Р. І., Шикоряк Й. А., Лис Р. М., Грипа А. С., Слободзян Д. П. Пристрій для нанесення покриттів у вакуумі. № у 201011474, від 27.09.2010 р. Заявник – Львівський національний університет імені Івана Франка.
2. Леновенко А. М., Паракуда В. В., Кузій А. І., Іванова К. П., Павлик Б. В., Ковальчук Н. О., Григоренко В. В. Спосіб відтворення еталонної частоти та пристрій для його реалізації. № а 201009791, від 06.08.2010 р. Заявник – Львівський національний університет імені Івана Франка.
3. Кавич В. Й., Морозов Л. М., Писаревський В. К. Спосіб отримання епітаксійних шарів. № а 201003764, від 01.04.2010 р. Заявник – Львівський національний

університет імені Івана Франка.

4. Аксіментьєва О. І., Монастирський Л. С., Євчук О. М., Оленич І. Б., Павлик М. Р. Спосіб отримання гібридних наноструктур полімер-напівпровідник. № у 201004441, від 16.04.2010 р. Заявник – Львівський національний університет імені Івана Франка.
5. Луців Р. В., Матвіїв М. В., Морозов Л. М., Бабич О. Й., Бойко Я. В., Васюк М. М., Габрієль І. І. Спосіб отримання Hg-вмісних високотемпературних надпровідників. № а 201009058, від 19.07.2010 р. Заявник – Львівський національний університет імені Івана Франка.

#### Рішення про видачу патенту на винахід (корисну модель)

1. Рішення 20.09.2010 р. Аксіментьєва О. І., Монастирський Л. С., Євчук О. М., Оленич І. Б., Павлик М. Р. Спосіб отримання гібридних наноструктур полімер-напівпровідник. Заявка № у 201004441 від 16.04.2010 р. Заявник – Львівський національний університет імені Івана Франка.
2. Рішення 25.10.2010 р. Монастирський Л. С., Морозов Л. М., Оленич І. Б., Соколовський Б. С. Спосіб отримання газового сенсора. Заявка № а 200904358 від 05.05.2009 р. Заявник – Львівський національний університет імені Івана Франка.

#### Патенти на винахід (корисну модель)

1. Пат. № 47597 Україна (корисна модель), МПК С23С 14/50, С23С 14/54, Н01L 21/02. Пристрій для двостороннього нанесення покриттів у вакуумі. Павлик Б. В., Дідик Р. І., Шикоряк Й. А., Лис Р. М., Грипа А. С., Слободзян Д. П.; заявник і власник Львівський національний університет імені Івана Франка. – № у 200909571; заявл. 18.09.09; опубл. 10.02.2010, Бюл. № 3.