

АНОТОВАНИЙ ЗБІРНИК ПРОЕКТІВ



БІБЛІОТЕКА ДЕРЖАВНОГО ФОНДУ  
ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

# СПІЛЬНОГО КОНКУРСУ

ДФФД –  
БРФФД



БІБЛІОТЕКА  
ДЕРЖАВНОГО ФОНДУ  
ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ  
ДОСЛІДЖЕНЬ

## **АНОТОВАНИЙ ЗБІРНИК ПРОЄКТІВ СПІЛЬНОГО КОНКУРСУ ДФФД—БРФФД**

УДК 061.6.055 (477+476)

А 69

*Рекомендовано до друку  
Радою Державного фонду фундаментальних досліджень  
(протокол № 42 від 20.12.2017)*

The digest summarizes articles on results of the implementation of joint scientific and scientific-technical projects of 2016—2017 — winners of the sixth SFFR-BRFFR competition.

The articles of the digest are presented in the author's edition.

**Анотований збірник проектів спільного конкурсу ДФФД—  
А69 БРФФД / Державний фонд фундаментальних досліджень; відп.  
за вип. Б.Р. Кияк. — Київ : Академперіодика, 2017. — 180 с. —  
(Бібліотека Державного фонду фундаментальних досліджень).**

ISBN 978-966-360-350-6

У збірнику подані підсумкові статті за результатами виконання у 2016—2017 роках спільних наукових і науково-технічних проектів — переможців шостого конкурсу ДФФД-БРФФД.

УДК 061.6.055 (477+476)

ISBN 978-966-360-350-6

© Державний фонд фундаментальних досліджень, 2017

## ЗМІСТ

---

<i>Андрущенко В.Б., Кияк Б.Р. Критерії та показники успішної міжнародної наукової співпраці (на прикладі спільних конкурсів ДФФД-БРФФД) . . . . .</i>	7
<i>Ланде Д.В., Гулякіна Н.А. Деякі нелінійні методи, що застосовуються при розпізнаванні інформаційних операцій. . . . .</i>	13
<i>Барановський О.К., Васіліу Є.В., Гулаков І.Р., Зенсвіч А.О. Системи квантового зв'язку по оптичному волокну з функцією виявлення каналів витoku інформації . . . . .</i>	18
<i>Блонський І.В., Кадан В.М., Корешок П.І., Рибак А.С., Хасанов О.Х., Русецький Г.О. Лазерні фемтосекундні філаменти в ізотропних та анізотропних середовищах: фундаментальні та прикладні аспекти. . . . .</i>	23
<i>Грабар О.О., Цигика М.В., Стойка І.М., Шепелевич В.В., Макаревич А.В., Навишко В.Н. Дослідження фоторефрактивних характеристик кристала <math>\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6</math> для використання в динамічній інтерферометрії. . . . .</i>	28
<i>Конакова Р.В., Ходин А.А., Пилипенко В.А., Саченко А.В., Шинкаренко В.В., Романець П.М., Охріменко О.Б., Кудрик Я.Я., Петлицкая Т.В., Редько Р.А., Міленін Г.В., Капітанчук Л.М., Сліпокуров В.С., Редько С.М., Сай П.О., Дуб М.М. Теоретичне та експериментальне дослідження механізмів струмопереносу в омичних контактах до <math>n^+</math> та <math>n^+-n</math>-Si з сильним виродженням електронів у приконтактній області. . . . .</i>	32
<i>Давиденко Б.В., Басок Б.І., Гончарук С.М., Новіков В.Г., Кужель Л.М., Андрійчук С.В., Присмченко В.П., Бородуля В.О., Теплицький Ю.С., Пищуха Є.А., Бучилко Е.К., Виногорова М.В. Дослідження аеродинаміки і тепломасообміну в повітряному потоці з твердими включеннями рослинного біопалива для створення умов його спалювання в висхідному вихровому шарі. . . . .</i>	35
<i>Кравець В.С., Дерев'янчук М.В., Кретинін С.В., Литвіновська Р.П., Хрипач В.О. Діацільглицеролкінази в реалізації біологічної дії брасиностероїдів в клітинах рослини . . . . .</i>	40
	3

<i>Гарбар О.В., Межжерін С.В., Костюк В.С., Алехнович А.В., Молотков Д.В., Сливинська К.А. Визначення видового складу і оцінка ресурсного потенціалу річкових раків водойм басейну річки Прип'ять. . . . .</i>	44
<i>Міліневський Г.П., Данилевський В.О., Метельська Н.С., Норко Г.В., Грицай А.В., Кабашніков В.П., Чолій В.Я., Кравченко В.О. Просторово-часовий розподіл забруднення атмосфери дрібнодисперсним аерозолем у Східноєвропейському регіоні за даними одночасних фотометричних і лідарних вимірювань та моделювання (підсумкова стаття за проектом Ф73/36-2017) . . . . .</i>	48
<i>Лакида П.І., Бала О.П., Матушевич Л.М., Лакида І.П., Усеня В.В., Потапенко А.М. Лісівничо-екологічний потенціал дібров Полісся в умовах змін клімату . . . . .</i>	54
<i>Льошина Л.Г., Булко О.В., Листван К.В., Пушкарьова Н.О., Кирпа-Несміян Т.М., Кищенко О.М., Петерсон А.А., Молчан О.В., Петринчик В.О., Запрудская Е.В. Вплив LED-освітлення різного спектрального складу на антиоксидантні системи і синтез фармакологічно цінних вторинних метаболітів в лікарських рослинах <i>in vivo</i> і культурах <i>in vitro</i>. . . . .</i>	58
<i>Желтоножський В.О., Желтоножська М.В., Садовніков Л.В., Саврасов А.М., Тугай Т.І., Тугай А.В., Нікітін А.Н. Дослідження впливу ґрунтових мікроміцетів на паливовмісні матеріали . . . . .</i>	63
<i>Блюм Я.Б., Ємець А.І., Пірко Я.В., Баср Г.Я., Рабочень А.М., Буй Д.Д., Пидюра М.О., Галіновський Д.В., Анісімова Н.В., Хотильова Л.В., Кільчевський А.В. Оцінка експресії різних генів В-тубуліну і хітиназоподібних генів при біогенезі волокон льону. . . . .</i>	66
<i>Гончаренко Н.А., Павленко О.Л., Момот А.І., Дмитренко О.П., Булавін Л.А., Куліш М.П., Стрельчук В.В., Насєка В.М., Коломис О.Ф., Шпілевський Е.М. Фотосенсибілізація наноструктурованих біоактивних молекулярних систем. . .</i>	70
<i>Панчук Р.Р., Козак Ю.С., Скорохід Н.Р., Мойсєєнок А.Г., Стойка Р.С. Застосування антиоксидантів селенометіоніну та D-пантєтину для зниження побічних ефектів доксорубіцину <i>in vivo</i> . . . . .</i>	75
<i>Онищенко К.В., Дубровська Г.В., Смаль М.П., Никитченко Н.В., Григоренко В.М., Вікарчук М.В., Ролевич А.И., Гончарова Р.И., Скрипкіна І.Я. Інактивация гена-онкосупрессора CDKN2A у злаякісних новоутвореннях пирки та сечового міхура. . . . .</i>	79
<i>Лузанов А. В., Жикол О.А., Омельченко І.В., Низовцев А.П., Килип С.Я., Пушкарчук А.Л., Пушкарчук В.А., Без'язична Т.В., Кутєнь С. А. Теоретичне вивчення властивостей парамагнітних центрів забарвлення в наноструктурованому силіцій карбіді методами квантової хімії . . . . .</i>	84
<i>Андрієвська О.Р., Чудінович О.В., Корнієнко О.А., Урбанович В.С. Взаємодія оксидів лантану та ітербію при температурі 1600 °С . . . . .</i>	88

<i>Мицик Б.Г., Дем'янишин Н.М., Шут В.Н., Мозжаров С.Є., Кость Я.П. Фотопружні і акустооптичні характеристики кристалів з періодичною зміною показника заломлення . . . . .</i>	94
<i>Матвєєва Н.А., Ратушняк Я.І., Дробот К.О., Шаховський А.М., Дулій В.П., Шутова А.Г., Шиш С.Н. Розробка біотехнологічної платформи для отримання природних рослинних і рекомбінантних сполук з лікувальними властивостями . . . . .</i>	99
<i>Погрелюк І.М., Гордісінко А.І., Лук'яненко О.Г., Назарова О.І., Труш В.С., Кравчишин Т.М. Розробка фізико-хімічних основ формування композиційних високофункціональних покриттів на титанових сплавах. . . . .</i>	105
<i>Карачевцев В.О., Степаньян С.Г., Карачевцев М.В., Курносів М.В., Толкачов В.А., Блохін А.П., Поводайло В.А. Створення та дослідження фізичних властивостей наногібридів біологічних молекул з оксидом графену та графеновими квантовими точками . . . . .</i>	112
<i>Корбутяк Д.В., Будзуляк С.І., Єрмаков В.М., Капуш О.А., Кияк Ю.П., Матвєєвська Н.А., Матейченко П.В., Добротворська М.В., Бейник Т.Г. Плазмонні ефекти в колоїдних наноструктурах різної топології: квантові точки, наностержні і нанопластилини . . . . .</i>	116
<i>Головка М.Ф., Пацаган Т.М., Пацаган О.В., Віхренко В.С., Бокун Г.С., Лавсовський Р.М. Електрофізичні і термодинамічні властивості рідких, твердих і гібридних електролітів: статистико-механічний підхід . . . . .</i>	120
<i>Гюгаєв К.О., Ласковцев О.П., Радченко О.К., Дудецкая Л.Р., Сидорчук О.М. Розробка наукових і технологічних основ виготовлення формотворного штампового інструменту на основі створення і використання нових перспективних сталей і ливарно-деформаційних методів їх обробки . . . . .</i>	125
<i>Косміна М.Б., Шеховцов О.М., Ходасєвіч І.А., Войтиков С.В., Орлович В.А., Кулешов М.В., Кисіль В.Е., Горбаченя К.М. Нові лазерні і нелінійно-оптичні середовища на основі кристалів подвійних боратів і твердих розчинів вольфраматів і молібдатів . . . . .</i>	130
<i>Дорошенко І., Погорелов В., Дорошенко О., Піцевич Г., Козловська Є. Кластери води в обмеженому об'ємі: від низькотемпературних матриць до наноструктурованих матеріалів медичного призначення . . . . .</i>	140
<i>Погребнік О.Д., Комаров Ф.Ф., Рогоз В.М., Бондар О.В., Константинов С.В. Особливості поведінки багаточастичастих структур MoN/CrN, MoN/TiSiN при зміні умов осадження . . . . .</i>	144
<i>Никируй Л.І., Івакін Є.В., Прокопів В.В., Костюк О.Б., Горічок І.В., Киселев І.Г., Яворський Я.С., Дзундза Б.С., Яворський Р.С., Маковишин В.І. Теплова та електронна динаміка в низькорозмірних системах на основі сполук Rb(Sn)-Ag-Sb-Te для термоелектричних мікрогенераторів енергії підвищеної добротності . . . . .</i>	148

**Л.І. Никируй<sup>1</sup>, Є.В. Івакін<sup>2</sup>, В.В. Прокопів<sup>1</sup>,  
О.Б. Костюк<sup>1</sup>, І.В. Горічок<sup>1</sup>, І.Г. Киселев<sup>2</sup>, Я.С. Яворський<sup>1</sup>,  
Б.С. Дзундза<sup>1</sup>, Р.С. Яворський<sup>1</sup>, В.І. Маковишин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

<sup>2</sup> Інститут фізики імені Б.І. Степанова НАН Білорусі

## **ТЕПЛОВА ТА ЕЛЕКТРОННА ДИНАМІКА В НИЗЬКОРОЗМІРНИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВІ СПОЛУК Pb(Sn)-Ag-Sb-Te ДЛЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ МІКРОГЕНЕРАТОРІВ ЕНЕРГІЇ ПІДВИЩЕНОЇ ДОБРОТНОСТІ**

*В роботі отримано полікристалічні нанорозмірні плівки на основі системи Pb(Sn)-Ag-Sb-Te на полікристалічних та аморфних підкладках різної товщини. Досліджено температурні та товщинні залежності провідності, рухливості носіїв струму та питомої термоелектричної потужності для даних конденсатів. У наближенні розсіювання носіїв заряду на акустичних фонах теоретично обґрунтовано та експериментально отримано осциляції у профілях термоелектричних величин питомої провідності та коефіцієнта Зеебека. Теоретичне пояснення осциляцій здійснено у рамках моделі потенціальної прямокутної ями з нескінченно високими стінками.*

*Ключові слова:* термоелектричні властивості, квантово-розмірні ефекти, нанорозмірні плавки, LAST, механізми розсіювання носіїв заряду.

*In paper received the p-type of conductivity polycrystalline nanoscale films on the basis of Pb(Sn)-Ag-Sb-Te materials deposited on the mica-muscovite and glass substrates. The both temperature and thickness dependences of conductivity, current carriers mobility and specific thermoelectric power are investigated for these films. The presence of the oscillations in profiles of thermoelectric parameters of thermoelectric values in dominant scattering on acoustic phonons approach is experimentally demonstrated. The theoretical explanation of oscillations is explained within the framework of model of rectangular potential well with infinitely high walls.*

*Key words:* thermoelectric properties, quantum-size effects, nanoscale thin films, LAST, carrier scattering.

### **ВСТУП**

Сполуки на основі PbTe характеризуються досить широкими межами модифікації своїх властивостей за допомогою легування. Відповідно, плавно змінюючи склад, можна отримати матеріал із високими термоелектричними властивостями, серед яких вирізняється багатокомпонентні LAST (PbAgSbTe: *Lead Antimony (Sb) Silver (Ag)*)

*Tellurium*) та *LATT* (PbSnAgTe: *Lead Tin Silver Ag Tellurium*) [1, 2]. Шляхом регулювання хімічного складу можна змінювати тип провідності матеріалу, що робить систему особливо перспективною для застосування у виробництві електроенергії. З іншої сторони, сучасні теоретичні та експериментальні дослідження показують, що тонкоплівкова технологія суттєво покращує електричні властивості. Особливий інтерес викликають квантові розмірні ефекти, які мають місце для плівок чистого PbTe через анізотропію в одному з напрямків та достатньо малізначення ефективних мас ефективно (для p-PbTe  $m_z = 0,022m_0$ ). За рахунок осциляцій в профілях питомої провідності та коефіцієнта Зеебека, можна покращити безрозмірну термоелектричну добротність ZT.

Серед можливого кінцевого застосування слід зазначити створення малогабаритних джерел живлення, мікрохолодильників та термостатів, високочутливих малоінерційних сенсорів температури та теплових потоків. Такі термоелектричні пристрої вигідно відрізняються своєю надійністю, безшумністю у роботі, тощо. Промислове використання розроблених у проєктів вакуумних методів осадження дозволяє значно здешевити вартість кінцевих пристроїв, на відміну від мікроелементів, отриманих на порядки дорожчому обладнанні методами МВЕ чи лазерного розпилення.

## МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТУ

Синтез досліджуваних матеріалів проводили у вакуумованих кварцових ампулах прямим сплавленням вихідних компонент: свинець чистотою 99,99 %, срібло, олово і телур — 99,999 %. Синтез здійснювався у кілька етапів: нагрівання до 500 °C (17 °C/хв), витримка 1 год; нагівання до 700 °C (7 °C/хв), витримка 3 год; нагрівання до 1020 °C (11 °C/хв), витримка 1 год; охолодження до 900 °C (4 °C/хв); гартування на повітрі [1, 2].

Фазовий склад і структуру синтезованих злитків досліджували X-дифракційними методами на автоматичному дифрактометрі *STOE STADI P* [2]. Уточнення кристалічної структури фаз для вибірковок зразків в ізотропному наближенні для параметрів зміщення атомів проведено методом Рітвельда. Отримані зразки досліджувалися методами атомно-силової мікроскопії (*ACM Nanoscope 3a Dimention 3000* (*Digital Instruments USA*)) у режимі періодичного контакту (ра-



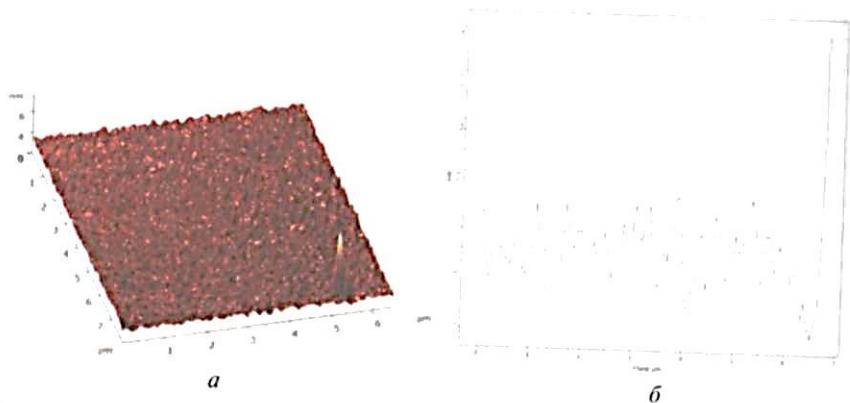


Рис. 1. 3D АСМ зображення на поверхні (а) та профілограма поверхні (б) тонкої плівки  $Pb_{14}Sn_4Ag_2Te_{20}$ , осадженої на сколах (0001) слюда-мусковіт товщиною  $d = 100$  нм

діус вістря  $\sim 10$  нм). Мікротвердість та макроскопічні розміри зерен досліджували за допомогою твердоміра *HardworX INNOVATEST* [3].

Досліджувані плівкові зразки отримували осадженням пари синтезованого матеріалу  $PbTe$ ,  $Pb_{14}Sn_4Ag_2Te_{20}$ ,  $Pb_{16}Sn_2Ag_2Te_{20}$  та  $Pb_{18}Ag_2Te_{20}$  у вакуумі на підкладки із свіжих сколів (0001) слюди-мусковітта скла. Температура випарника складала  $T_v = 600$  °С, а температура підкладок  $T_p = 200$  °С. Товщину плівок задавали часом осадження в межах (1–3) хв та вимірювали за допомогою мікроінтерферометра МІІ-4 та профілографа *Dektak XT* з використанням методів цифрової обробки зображень.

Теплову динаміку ґратки досліджували безконтактним оптичним методом із використанням системи «Оптикотест» (Інститут фізики НАН Білорусі) [4]. Холлівські вимірювання електричних параметрів плівок проводилося від кімнатних температур до  $150$  °С у постійному магнітному полі. Рентгенофлуоресцентний спектр отримали за допомогою спектрометра Expert-3L (ширина каналу  $118 \pm 7$  еВ). Похибка вимірювань становить не більше 5 %.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження морфології поверхні і процесів росту. АСМ зображення поверхні плівок  $Pb_{14}Sn_4Ag_2Te_{20}$  наведено на рис. 1. Як видно, зразкам

характерна полікристалічна структура. Поверхня плівок достатньо гладка, хоча можна спостерігати пірамідальні неоднорідності поверхні (рис. 1, *a*). Як видно з наведеної профілограми поверхні плівки середня висота неоднорідностей  $H = 1,7$  нм (рис. 1, *b*). Варто зазначити також, що величина середньої шорсткості поверхні плівки складає  $S_a \approx 0,35$  нм ( $d = 100$  нм). Це задовольняє одну з умов прояву квантового розмірного ефекту про те, що плівка повинна бути достатньо однорідною по товщині. Отже, плівки  $Pb_{14}Sn_4Ag_2Te_{20}$  мають високу однорідність та гладку поверхню. Також спостерігається відсутність дефектів макроскопічного розміру (пор, тріщин).

*Динаміка електронів та фононів.* Динаміка електроніву полікристалічних плівках визначається як самими кристалітами так і міжзеренними бар'єрами. Повний струм через полікристал визначається як провідністю кристалітів, так і механізмом переходу носіїв з одного кристаліта в інший, тобто провідністю межзеренних меж. Як правило, питома провідність кристалітів практично рівна питомій провідності монокристала даного матеріалу. Отже, в загальному випадку, транспортні властивості полікристалітів визначаються особливостями електронного транспорту в області бар'єра.

Відповідно до [5], ефективне значення рухливості визначається, як

$$\mu = \frac{Lq}{\sqrt{2\pi m^* kT}} e^{\frac{E_b}{kT}}. \quad (1)$$

Температурна залежність рухливості носіїв заряду спрямляється в координатах  $\ln \mu$  від  $\ln T$  (рис. 2). Видно, що всі графіки при вищих температурах мають коефіцієнт нахилу дуже близький до  $-3/2$ . Таким чином, зроблено висновок про домінування розсіювання носіїв струму на акустичних фонах.

*Квантово-розмірні ефекти.* Для опису експериментальних даних коефіцієнта Зеєбека  $S$  та термо-електричної потужності  $S^2\sigma$  використовували модель потенціалу плівки  $U(z)$  як прямокутну яму з плоским дном і нескінченно високими стінками [3, 5–7]. Видно, що термоелектрична добротність осилує із періодом 40–50 нм і сягає значень 6 мкВт/К<sup>2</sup>см при кімнатній температурі (рис. 3).

Теплопровідність тонкої плівки визначається в основному підкладкою, оскільки об'єм плівки досить малий. Тому можна приблизно оцінити значення  $ZT$ . Теплопровідність слюди-мусковіт складає  $\kappa = 2,4 \cdot 10^{-3}$  Вт / (см · К). Тоді термоелектрична добротність

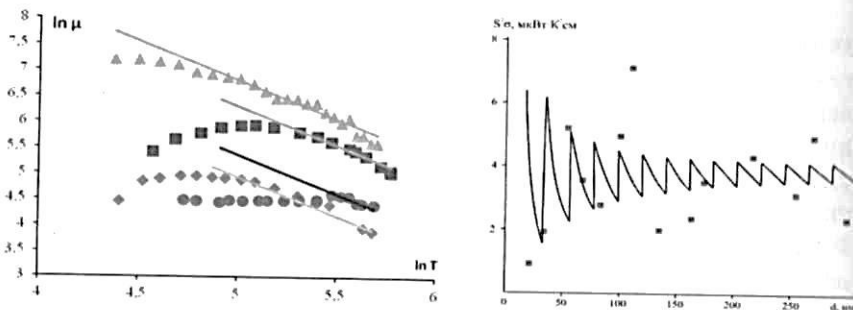


Рис. 2. Залежність логарифма рухливості  $\ln \mu$  від логарифма температури для плівок складу:  $\blacktriangle$  –  $\text{PbTe}$ ,  $\blacksquare$  –  $\text{Pb}_{14}\text{Sn}_4\text{Ag}_2\text{Te}_{20}$ ,  $\blacklozenge$  –  $\text{Pb}_{16}\text{Sn}_2\text{Ag}_2\text{Te}_{20}$ ,  $\bullet$  –  $\text{Pb}_{18}\text{Ag}_2\text{Te}_{20}$  на свіжих сколах (0001) слюди-мусковіт. Точки – експеримент, лінії – апроксимація за формулою (1)

Рис. 3. Залежність питомої термоелектричної потужності  $S^2\sigma$  від товщини  $d$  для плівок на основі сполук  $\text{Pb}_{14}\text{Sn}_4\text{Ag}_2\text{Te}_{20}$  на слюді-мусковіт у випадку виродженого електронного газу. Точки – експеримент, лінія – розрахунок

$ZT = 0,75$  при  $T = 300$  К, що значно перевищує це значення для масивних плівок при кімнатній температурі.

На основі аналізу теплової динаміки ґратки, значення коефіцієнта теплопровідності складо  $\kappa \sim 0.002449$  Вт / (см · К) при  $570$  °С [8]. Таким чином, кінцеві значення  $ZT$  склали  $ZT \sim 0,7$  при  $570$  °С та  $ZT \sim 1,17$  при  $670$  °С.

## ВИСНОВКИ

Визначено термоелектричні параметри приповерхневого шару, які відрізняються більшим значенням від об'ємних величин термоелектричних параметрів. Показано, що конденсати товщиною  $d < < 500$  нм характеризуються покращеними термоелектричними властивостями. Зокрема, тонкі плівки  $\text{Pb}_{14}\text{Sn}_4\text{Ag}_2\text{Te}_{20}$  характеризуються найвищою питомою термоелектричною добротністю, порівняно із іншими досліджуваними складами.

Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено наявність квантових осциляції товщинних залежностей термоелектричної потужності  $S^2\sigma$ . Показано, що безрозмірна термоелектрична потужність тонкоплівкових наноструктурованих конденсатів

$\text{Pb}_{14}\text{Sn}_4\text{Ag}_2\text{Te}_{20}$  на слюді-мусковіт осилує із періодом 40—50 нм і сягає значень 6 мкВт/К<sup>2</sup>см за кімнатної температури.

Вперше виконано оцінку термоелектричної ефективності  $ZT$  тонкоплівкових структур. Зокрема, для тонкоплівкового  $\text{Pb}_{14}\text{Sn}_4\text{Ag}_2\text{Te}_{20}$  отримано значення  $ZT$  склали  $ZT \sim 0,7$  при 570 °С та  $ZT \sim 1,17$  при 670 °С, що значно перевищує це значення для масивних плівок за кімнатної температури.

## СПІЛЬНІ ПУБЛІКАЦІЇ

1. *Horichok I.V., Halushchak M.O., Matkivskiy O.M., Yaremij I.P., Yavorskyj R.Ya., Blahodyr V.S., Varunkiv O.I., Parashchuk T.O.* Thermoelectric Properties of Nanostructured Materials Based on Lead Telluride // *Journal of Nano- and Electronic Physics.* — 2017. — Т. 9, No. 5. — 05022(7).
2. *Nykyruy L., Ruvinskiy M., Kostyuk O., Horichok I., Dzundza B.* Low-dimensional systems on the base of  $\text{PbSnAgTe}$  (LATT) compounds for thermoelectric application // *Nanoscale Research Letters.* — 2018 (in press).
3. *Kostyuk O.B., Ruvinskii M.A., Ivakin E.V., Pereginchuk M.Yu.* Quantum effects of non-ballistic transport in films based on compound  $\text{PbSnAgTe}$  // *Physics and Chemistry of Solid State (Ukr.)* — 2017. — V. 18, No. 4. — P. 514 — 519.
4. *Ивакин Е.В., Киселев И.Г., Никуруй Л.И., Яворский Я.С.* Оптическое исследование теплопереноса в пленках  $\text{PbTe:Bi, Sb}$  // ФТП. — 2018. (in press).
5. *Ruvinskii M.A., Ruvinskii B.M., Kostyuk O.B.* The Kinetic Effects, Caused by Thickness Fluctuations of Quantum Semiconductor Wire // *Journal of Nano- and Electronic Physics.* — 2017. — Т. 9, No. 2. — 02024(4).
6. *Ruvinskii M.A., Kostyuk O.B., Dzundza B.S., Yaremij I.P., Mokhnatskyi M.L., Yavorskyj Ya.S.* Kinetic Phenomena and Thermoelectric Properties of Polycrystalline Thin Films Based on  $\text{PbSnAgTe}$  Compounds // *Journal of Nano- and Electronic Physics.* — 2017. — Т. 9, No. 5. — 05004(6).
7. *Saliy Y.P., Nykyruy L.I., Yavorskyi R.S., Adamiak S.* The Surface Morphology of  $\text{CdTe}$  Thin Films Obtained by Open Evaporation in Vacuum // *Journal of Nano- and Electronic Physics.* — 2017. — Т. 9, No. 5. — 05016(5).
8. *Ivakin E.V., Kisialiou I.G., Nykyruy L.I., Yavorskiy Y.S.* Synthesis and Transient Grating Thermal Characterization of Nanostructured  $\text{PbTe:(Bi, Sb)}$  Films / XVI International Conference on Physics and Technology of Thin Films (ICPTTFN-XVI) (Ivano-Frankivsk, May 15—20, 2017). — P. 13—14.