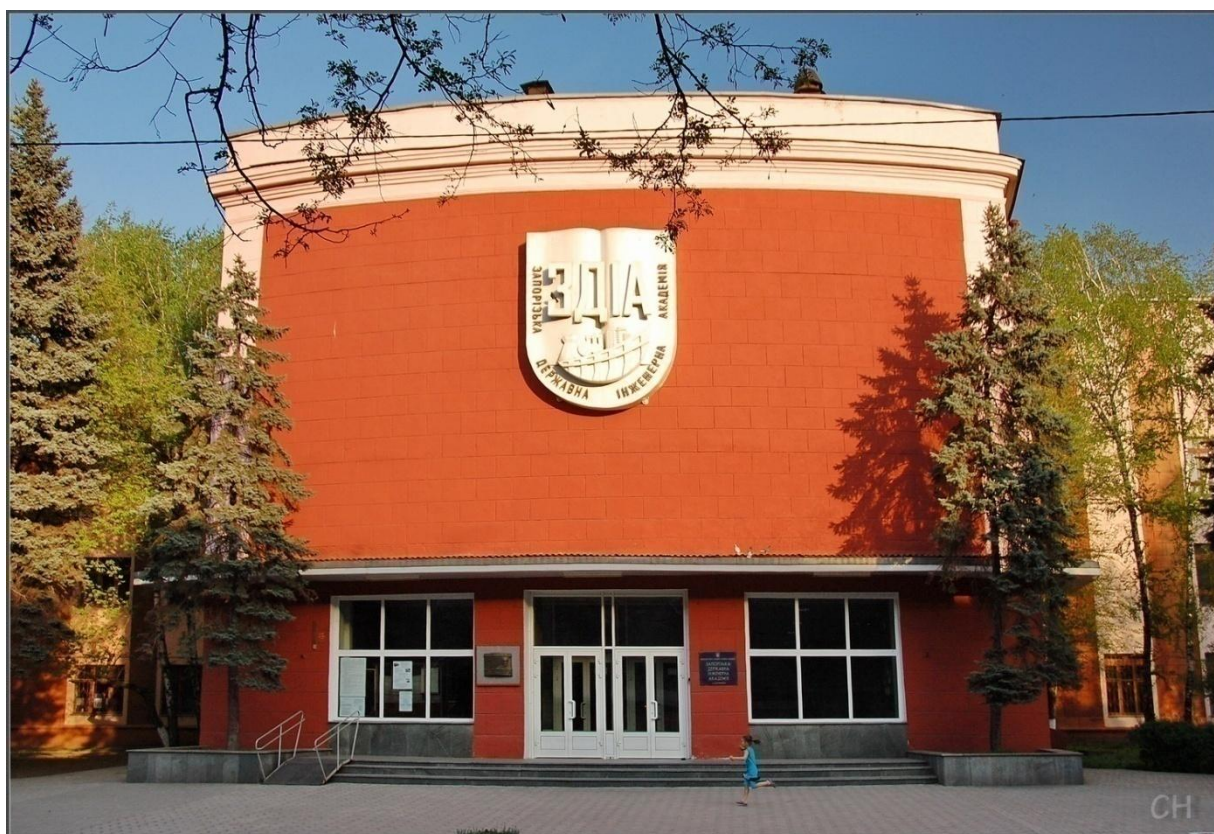




**«ЕЛЕМЕНТИ, ПРИЛАДИ ТА СИСТЕМИ
ЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ»**

ЕПСЕТ-18



**ELEMENTS, DEVICES AND SYSTEMS
OF ELECTRONIC TECHNIQUE**

EDSET-18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ЗАПОРІЗЬКА ДЕРЖАВНА ІНЖЕНЕРНА АКАДЕМІЯ
ІНСТИТУТ ФІЗИКИ НАПІВПРОВІДНИКІВ
ІМ. В. С. ЛАШКАРЬОВА НАН УКРАЇНИ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЦЕНТР НАН БІЛОРУСІ З МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА
УНІВЕРСИТЕТ ПРИКЛАДНИХ НАУК (ЛИТВА)
РЕЗЕКНЕНСЬКА ТЕХНОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ (ЛАТВІЯ)
ЦЕНТРАЛЬНО-ЄВРОПЕЙСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ (СЛОВАЧЧИНА)

**МАТЕРІАЛИ ПЕРШОЇ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ЕЛЕМЕНТИ, ПРИЛАДИ ТА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОЇ ТЕХНІКИ
(ЕПСЕТ-18)
ELEMENTS, DEVICES AND SYSTEMS
OF ELECTRONIC TECHNIQUE
(EDSET-2018)**

14 - 16 листопада 2018 р.

**Запоріжжя
ЗДІА
2018**

Zelensky, S.A. Kravchenko, "Nonmonotonic behavior of luminescence characteristics of fine-dispersed self-propagating high-temperature synthesized ZnS:Mn depending on size of its particles", J. Lumin. 194, 8–14 (2018).

УДК 535.37, 539.219.3

**ВПЛИВ ПОСТ-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ВІДПАЛУ НА СПЕКТРИ
КОМБІНАЦІЙНОГО РОЗСІЯННЯ $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, ОТРИМАНОГО МЕТОДОМ СВС.**

**Бачеріков Ю.Ю.¹, Охріменко О.Б.², Кідалов В.В.³, Дорошкевич Н.В.⁴, Жук А.Г.⁵,
Дяденчук А.Ф.⁶**

¹провідний науковий співробітник, Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, проспект Науки, 45, Київ, 03028, Україна. yuyu@isp.kiev.ua

²провідний науковий співробітник, Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, проспект Науки, 45, Київ, 03028, Україна. olga@isp.kiev.ua

³зав. кафедри, Бердянський Державний Педагогічний Університет, Шмідта 4, Бердянськ, 71100, Україна. kidalovv.v@gmail.com

⁴молодший науковий співробітник, Лабораторія Нейтронної Фізики ім. І.М. Франка, Об'єднаний Інститут Ядерних Досліджень, вул. Жоліо-Кюрі, 6, Дубна, РФ. nelyavik@gmail.com

⁵науковий співробітник, Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, проспект Науки, 45, Київ, 03028, Україна. jook.anton@gmail.com

⁶старший викладач, Бердянський Державний Педагогічний Університет, Шмідта 4, Бердянськ, 71100, Україна. Dyadenchukalena@gmail.com

Анотація: В роботі досліджено можливість отримання четверних сполук $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ із структурою кестериту методом високотемпературного синтезу що самопоширюється. З даних Раманівського розсіювання світла встановлено, що синтезований матеріал має велику кількість вторинних фаз. Наступний відпал отриманих сполук призводить до значного покращення структурних характеристик $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$. При цьому спостерігається збільшення інтенсивності піку від структури кестерит та зменшення піків від вторинних фаз.

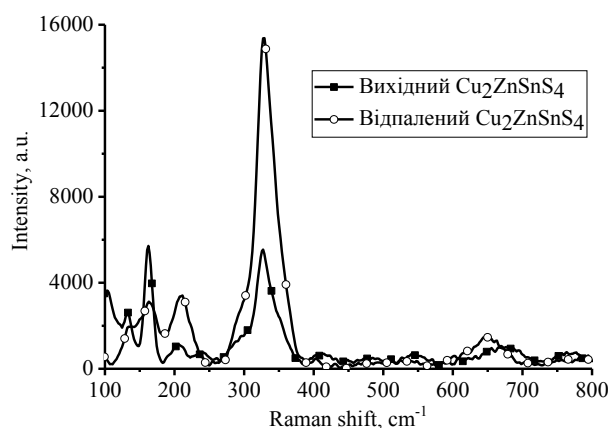
Ключові слова: $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, високотемпературний синтез що самопоширюється, Раманівське розсіювання світла, структура кестериту.

Annotation: The possibility of obtaining of the quaternary compounds of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ with the structure of kesterite by the method of self-propagating high-temperature synthesis is explored. From the Raman scattering data, it has been found that the synthesized material has a large number of secondary phases. The subsequent annealing of the resulting compounds leads to a significant improvement in the structural characteristics of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$. At the same time there is an increase of the intensity of the peak from the structure of the kesterite and the reduction of peaks from the secondary phases is observed.

Keywords: $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, self-propagating high-temperature synthesis, combination scattering of light, kesterite structure.

На даний момент сонячна енергетика базується на сонячних елементах (СЕ) серед яких можна виділити кілька основних груп: кремнієві СЕ (мультикристали Si, монокристали Si, плівки аморфного α - Si і стрічки Si), які становлять більше ніж 90% СЕ; і некремнієві СЕ (тонкі плівки CuInSe_2 , CdTe , GaAs/Ge , $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ і т.д.). Виявилось, що процес виробництва структур на основі кремнію технологічно складний і дорогий. Крім того, деякі тонкі плівки СЕ вже сьогодні демонструють досить високий ККД, а загальні витрати на виробництво матеріалів припускають можливе здешевлення СЕ. На основі непогано дослідженої четверної сполуки $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ за останні 15 років створені СЕ з ефективністю від 0,66% до 12,6%. При цьому має місце тенденція до щорічного збільшення ефективності при використанні плівок на їх основі.

В роботі досліджувалися порошки $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, які отримані методом високотемпературного синтезу що самопоширюється (СВС). Вимірювання Раманівських спектрів проводились на спектрометрі ДФС-52 з удосконаленою мікрораманівською приставкою і ПЗС детектором для реєстрації спектрів. Для збудження раманівських спектрів використовувалося випромінювання твердотільного лазера з довжиною хвилі 457 нм і потужність 30 мВт.



Спектри КРС вихідного та відпаленого $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$.

На рисунку наведено спектри КРС вихідного та відпаленого $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, отриманого методом СВС. Як видно з рисунку, частотне положення найбільш інтенсивної смуги з частотою 335 cm^{-1} відповідає коливання А-моди структури кестериту. Смуга з частотою 285 cm^{-1} , яка також відноситься до коливань А-моди $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, на спектрі спостерігається менш виражено. Поряд із піком, який відповідає структурі кестериту, у зразках також спостерігаються смуги, які відповідають наявності вторинних фаз.

В той же час, для відпаленого порошку в спектрі КРС спостерігається інтенсивна смуга 335 cm^{-1} , яка є характерною для коливання А-моди структури кестериту. Висока інтенсивність цієї смуги і її мала напівширина ($\sim 7\text{ cm}^{-1}$) свідчать про високу якість отриманого за допомогою відпалу кестериту. Додатковим свідченням досконалості отриманої структури є присутність в спектрі КРС смуг в області $600\text{--}700\text{ cm}^{-1}$, які відповідають другій гармоніці А-моди кестериту.

Таким чином було показано, що метод СВС є перспективним і дешевим методом для отримання четвертих сполук $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ зі структурою кестерит. За одну стадію синтезу можна отримати кінцевий продукт, а подальша термічна обробка $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ тільки покращує якість синтезованого матеріалу.

УДК 535.37, 539.219.3

ХАЛЬКОГЕНІДНІ СТЕКЛА ЛЕГОВАНІ ДРІБНОДИСПЕРСНИМ ZnS:Mn
Кідалов В.В.¹, Дяденчук А.Ф.², Криськов Ц.А.³, Оптасюк С.В.⁴, Бачеріков Ю.Ю.⁵,
Охріменко О.Б.⁶, Жук А.Г.⁷,

¹завідувач кафедри фізики та методики навчання фізики, Бердянський державний педагогічний університет, вул. Шмідта 4, Бердянськ, 71100, Україна. kidalovv.v@gmail.com

²старший викладач, Бердянський державний педагогічний університет, вул. Шмідта 4, Бердянськ, 71100, Україна. dyadenchukalena@gmail.com

³завідувач кафедри фізики Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, Хмельницька обл, 32300. fizkaf@ua.fm