

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
Національного аерокосмічного університету
ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний
інститут»
д.т.н., проф. Володимир ПАВЛІКОВ
«06» червня 2023 р.

ВИСНОВОК

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
докторської дисертації доцента кафедри фізики
Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», кандидата технічних наук,
доцента ОЛІЙНИКА Сергія Володимировича
на тему «Фізичні основи формування електричних та фотоелектричних
властивостей кристалів $A^{IV}B^{VI}$ і електричних властивостей багатокомпонентних
покриттів», поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук
за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла**

Призначені рішенням Вченої ради Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (протокол № 10 від 24 травня 2023 р.) рецензенти, а саме:

- **ТАРАН Анатолій Олексійович**, завідувач кафедри фізики, доктор технічних наук, професор;
- **БАРАНОВ Олег Олегович**, завідувач кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем, доктор технічних наук, професор;
- **КИСЛИЦИН Олександр Петрович**, професор кафедри фізики, доктор технічних наук, професор,

розглянувши докторську дисертацію ОЛІЙНИКА Сергія Володимировича «Фізичні основи формування електричних та фотоелектричних властивостей кристалів $A^{IV}B^{VI}$ і електричних властивостей багатокомпонентних покриттів» (тему дисертації затверджено на засіданні Вченої ради Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» «24» червня 2020 р., протокол № 12 і перезатверджено на засіданні Вченої ради Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» «24» травня 2023 р., протокол № 10), наукові публікації, в яких висвітлено основні наукові результати, а також за результатами фахового семінару кафедри фізики Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (протокол № 8 від 6 червня 2023 р.), підготували висновок про наукову новизну, теоретичне і практичне значення результатів докторської дисертації:

1. Дисертація ОЛІЙНИКА Сергія Володимировича, представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла, є кваліфікаційною науковою працею, підготовленою у вигляді рукопису, характеризується єдністю змісту, відповідає принципам академічної доброчесності, підготовлена здобувачем самостійно. За обсягом, актуальністю, рівнем наукової новизни та практичної цінності робота відповідає вимогам п. 7–9 «Порядку присудження та

позбавлення наукового ступеня доктора наук», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року.

2. Актуальність теми дослідження. Впродовж останніх десятиліть спостерігаються два основних напрямки використання кристалів $A^{IV}B^{VI}$. Перший напрямок пов'язаний з одержанням однорідних за складом кристалів з якомога меншою концентрацією дефектів та домішок без залишкових механічних напружень. Зазначимо для прикладу, що найкращою енергетичною роздільною здатністю володіють спектрометри гама-випромінювання, виготовлені з кристалів з найнижчою концентрацією власних дефектів та домішок. Другий напрямок використання кристалів навпаки передбачає створення на їхній основі систем, неоднорідних за складом, які володіють специфічним набором дефектів структури. Головна привабливість таких систем полягає в унікальності фізичних властивостей, зокрема електрофізичних та фотоелектричних. І перший і другий напрямки потребує розробки фізико-технічних основ формування електрофізичних та фотоелектричних властивостей кристалів $A^{IV}B^{VI}$, що, в першу чергу, обумовлено складністю їх дефектної структури.

Численні дослідження свідчать про те, що в кристалах $A^{IV}B^{VI}$ містяться різноманітні дефекти структури, починаючи з точкових і завершуючи об'ємними. Суттєво, що дефекти структури породжують електричне та пружне поля. Проблема впливу дефектів структури на електрофізичні та фотоелектричні властивості кристалів $A^{IV}B^{VI}$ ускладнюється не лише існуванням численних механізмів впливу, але і тим, що тип домінуючих дефектів визначається не тільки складом кристала та фонових домішок, а ще й умовами вирощування кристала та його передісторією. Крім того, важливо, що дефекти різних типів взаємодіють між собою та зазвичай неоднорідно розподілені в об'ємі кристала.

Більшість компонентів в складі твердих розчинів $A^{IV}B^{VI}$ має своїм наслідком збільшення різноманіття точкових дефектів їхньої будови та виникнення неоднорідностей складу, що чинять свій вплив на електричні та фотоелектричні властивості. До того ж для твердих розчинів типове утворення нових фаз, наприклад включень телуру в кристалах телуриду кадмію-цинку.

Таким чином, є підстави вважати кристали $A^{IV}B^{VI}$ своєрідними неоднорідними системами, які мають значний потенціал для широкого спектра практичних застосувань у електронній техніці. Все зазначене зумовлює актуальність проблеми формування електрофізичних та фотоелектричних властивостей кристалів $A^{IV}B^{VI}$ як в процесі їх росту, так і шляхом різноманітних обробок після кристалізації.

Подібно кристалам $A^{IV}B^{VI}$, покриття WC і вискоентропійного сплаву Ti-V-Zr-Nb-Hf, що знаходять практичне застосування для підвищення зносостійкості деталей та інструментів в машинобудуванні, створюються у суттєво нерівноважних умовах іонно-плазмовим та вакуумно-дуговим методом, відповідно. Такі процеси пов'язані з неконтрольованим впливом фонових домішок та потоку іонів поблизу підкладки, що призводить до неоднорідності параметрів структури, морфології, механічних властивостей створюваного покриття. Крім того, електричні властивості покриттів WC і Ti-V-Zr-Nb-Hf, які, очевидно, корелюють з їх механічними властивостями, мало досліджені. З цього випливає, що проблема формування електричних властивостей покриттів WC і Ti-V-Zr-Nb-Hf зазначеними методами є актуальною.

Таким чином, дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-технічної **проблеми фізики твердого тіла** – розробленню фізичних основ формування електричних та фотоелектричних властивостей високоомних кристалів $A^{IV}B^{VI}$, а також електричних властивостей покриттів WC і високоентропійного сплаву Ti-V-Zr-Nb-Hf.

3. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема дисертації відповідає науковому напрямку кафедри фізики Національного аерокосмічного

університету ім. М.Є. Жуковського «Харківській авіаційний інститут»: «Дослідження та моделювання нерівноважних процесів в самоорганізованих та неоднорідних системах різної природи». До основи роботи покладено матеріали, які узагальнюють результати досліджень, що були виконані автором в Національному аерокосмічному університеті ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» за планами НДР в рамках наступних держбюджетних тем Міністерства освіти і науки України: «Фізичні властивості кристалів типу CdZnTe з просторово впорядкованими змінами складу» (номер держреєстрації 0110U008144, 2011-2013 рр.); «Отримання та комплексне дослідження текстурованих композиційних матеріалів на основі мікрокристалічних фоточутливих та сцинтиляційних халькогенідів цинку» (номер держреєстрації 0115U004883, 2013-2015 рр.); «Фізико-технічні основи формування багатокомпонентних, наноструктурованих функціональних покриттів» (номер держреєстрації 0118U003840, 2018-2020 рр.); «Дефектно-домішкові стани кристалів $A^{II}B^{VI}$: вплив термообробки і легування на електрофізичні та фотоелектричні властивості» (номер держреєстрації 0117U005435, 2018-2020 рр.); «Розроблення методів синтезу багатокомпонентних покриттів на основі високоентропійних сплавів шляхом розпорошення множини окремих компонентів» (номер держреєстрації 0121U112197, 2021-2022 рр.).

4. Особистий внесок здобувача в одержанні наукових результатів. Всі основні результати одержані дисертантом особисто. В роботах, написаних у співавторстві, здобувачеві належать результати і висновки, які наведені в дисертації й авторефераті. Здобувач обговорював зі співавторами робіт план проведення всіх досліджень та одержані результати. Структура роботи та узагальнення отриманих результатів обговорювалися спільно з науковим консультантом. У дисертації не використано ідей співавторів.

В роботах [5 – 9, 11 – 13, 16] здобувач виконав вимірювання та запропонував пояснення частотних залежностей складових комплексної діелектричної проникності зразків. В роботі [2] він запропонував пояснення зв'язку діелектричної проникності з енергетичною роздільною здатністю детекторів гамма-випромінювання, виготовлених з кристалів $Cd_{1-x}Zn_xTe$. В роботах [17, 19] здобувач запропонував враховувати вплив співвідношення коефіцієнтів розпорошення компонентів підкладки на морфологію покриттів WC. В роботах [14, 18] здобувач виконав експериментальне дослідження системи електроживлення інверсної магнетронної розпорошувальної установки. В роботі [4] він виконав дослідження морфології поверхні покриттів WC методом електронної мікроскопії. В роботі [1] ним запропоновано використовувати новий параметр - спектральну густину ділянок діаграми фотодіелектричного ефекту. В роботах [3, 15, 26, 27] здобувач дослідив крупномасштабну неоднорідність електрофізичних властивостей зразків кристалів та покриттів. В роботі [10] ним виконано математичне моделювання потоків плазми в магнетронній установці. В роботах [20 – 25] здобувач виконав експериментальне дослідження електрофізичних властивостей зразків, а в роботах [29 – 31] він виготовив та випробував стенд для дослідження електрофізичних властивостей кристалів. В роботах [27 – 28] здобувач виконав дослідження будови зразків методом оптичної мікроскопії.

5. Ступінь використання у дисертації матеріалів і висновків кандидатської дисертації здобувача. У докторській дисертації «Фізичні основи формування електричних та фотоелектричних властивостей кристалів $A^{II}B^{VI}$ і електричних властивостей багатокомпонентних покриттів» матеріали кандидатської дисертації «Модифікація електрофізичних і фотоелектричних властивостей кристалів ZnSe і $Cd_{1-x}Zn_xTe$ для електронної техніки» Олійника С.В. не використовувались.

6. Ступінь обґрунтованості наукових положень і висновків, які сформульовані в дисертації. Висвітлені в дисертаційній роботі Олійника С.В. наукові положення, висновки та рекомендації є експериментально і теоретично обґрунтованими, достовірними та апробованими. Обґрунтування наукових положень, розвинутих в дисертації, базується на глибокому теоретичному аналізі досліджених явищ та процесів і комплексі експериментальних досліджень, які було проведено на сучасному рівні. Останнє підтверджується комплексним використанням сучасних методів та методик досліджень, а саме: оптико-поляризаційної і електронної мікроскопії для дослідження дефектної структури; скануючої електронної мікроскопії з рентгенівським мікроаналізом, енергодисперсійного методу, атомно-абсорбційної спектроскопії для визначення складу матеріалу; діелектричної спектроскопії, скануючої фотодіелектричної спектроскопії, безконтактного вимірювання питомого електроопору з урахуванням впливу діелектричної дисперсії, термостимульованих струмів, термостимульованої люмінесценції, фотопровідності, математичного моделювання, вейвлет-аналізу для дослідження електрофізичних і фотоелектричних властивостей.

7. Наукова новизна одержаних результатів.

У роботі вперше:

- розроблено новий метод вимірювання в змінному електричному полі питомого електроопору високоомних матеріалів з урахуванням діелектричної дисперсії та модифікацію метода скануючої фотодіелектричної спектроскопії, що розширює визначення енергетичного спектра локалізованих станів носіїв заряду на 0,1 eV;
- встановлено та надано пояснення закономірним змінам дійсної та уявної частин низькочастотної діелектричної проникності в межах усього об'єму кристалічних зливків $Cd_{1-x}Zn_xTe$ та $ZnSe$. Аномально великі значення діелектричної проникності свідчать щодо нерівноважного стану системи електрично активних точкових дефектів таких кристалів. Останнє обумовлює необоротні зміни електрофізичних властивостей кристалів $Cd_{1-x}Zn_xTe$ та $ZnSe$ під дією зовнішніх чинників. Дану закономірність запропоновано використовувати для визначення експлуатаційної стабільності характеристик сенсорів іонізуючого випромінювання, виготовлених із зливків $Cd_{1-x}Zn_xTe$ та $ZnSe$;
- встановлено, що введення в кристали $ZnSe$ легуючих атомів Cr з концентрацією 10^{18} см^{-3} суттєво покращує діелектричні характеристики цих матеріалів, зокрема покращує просторову однорідність складових низькочастотної діелектричної проникності при одночасному зниженню рівня дисипації енергії поля на $\approx (80 - 90)\%$;
- встановлено, що легування кристалів $CdWO_4$ атомами Bi (10^{-3} мас.%) так само як і високотемпературний відпал в водневій атмосфері зумовлює збільшення їх діелектричної проникності в 15 разів і коефіцієнта діелектричних втрат в (40 – 500) разів в низькочастотній області;
- показано, що збільшення концентрації приповерхневих локалізованих станів носіїв заряду шляхом створення композитів на основі кристалітів $A^{II}B^{VI}$ та діелектричної матриці забезпечує керувану зміну як частотних, так і спектральних характеристик фотодіелектричного ефекту в матеріалах при дії світла або рентгенівського випромінювання. Керування концентрацією приповерхневих локалізованих станів носіїв заряду забезпечується зміною розмірів або електропровідності кристалітів $A^{II}B^{VI}$;
- встановлено, що дія ультрамалих експозиційних доз гама-випромінювання (10 – 40 Р) забезпечує стабілізацію дійсної та уявної частин діелектричної проникності кристалів $Cd_{1-x}Zn_xTe$ в низькочастотній області;
- експериментально показано, що створення суттєво нерівноважного стану власних дефектів структури внаслідок відхилення складу від стехіометричного зумовлює

чутливість комплексної діелектричної проникності кристалів типу $Cd_{1-x}Zn_xTe$ до гама-випромінювання з малою експозиційною потужністю дози 700 мкР/годину.

- експериментально встановлено, що макроскопічна неоднорідність електрофізичних властивостей нітридних покриттів на основі високоентропійного сплаву Ti-V-Zr-Nb-Hf, отриманих вакуумно – дуговим методом, визначається включеннями, які виникли при формуванні покриттів і різняться між собою складом та характерним розміром. Тож, для формування однорідних за електричними властивостями нітридних покриттів на основі високоентропійного сплаву Ti-V-Zr-Nb-Hf необхідне усунення фізико-технологічних факторів, які обумовлюють утворення таких включень.

8. Практичне значення одержаних результатів. Розроблено нові методи контролю матеріалів для технологій приготування високоомних кристалів, а саме: метод вимірювання питомого електроопору з урахуванням діелектричної дисперсії (патент України № 90037 і патент України на корисну модель № 76300), енергетичного спектра локалізованих станів носіїв заряду (патент України на корисну модель № 78882) та методи визначення розподілу електрофізичних параметрів в межах усього кристалічного зливку (патенти України № 92595 і № 123325). Отримано розподіл електрофізичних параметрів у зливках кристалів $A^{IV}B^{VI}$, що важливо для вдосконалення технології їх вирощування. Показано, що легування Cr кристалів ZnSe в концентрації 10^{18} см^{-3} покращує просторову однорідність складових низькочастотної діелектричної проникності при одночасному зниженню рівня дисипації енергії поля на $\approx (80 - 90)\%$. Встановлено, що легування домішкою Bi у концентрації 10^{-3} мас.%, а також відпал кристалів $CdWO_4$ у парах водню протягом 1,5 годин за температури 500°C забезпечують створення на основі цих матеріалів високочутливих сенсорів електромагнітного випромінювання смісного типу. Рекомендовано кристали типу $Cd_{1-x}Zn_xTe$ з суттєво нерівноважним станом системи власних дефектів використовувати для створення нових прогресивних матеріалів для високочутливих сенсорів іонізуючого випромінювання. Визначено, що дія ультрамалих (10 – 40 Р) експозиційних доз гама-випромінювання може використовуватись для стабілізації електричних властивостей кристалів типу $Cd_{1-x}Zn_xTe$ при їхньому використанні в детекторах іонізуючого випромінювання.

Зазначені результати дослідження рекомендовані для застосування на підприємствах, які використовують та розробляють технології твердотілого електронного приладобудування для ракетно – космічної, військової та народногосподарської техніки.

9. Повнота викладення матеріалів дисертації в опублікованих наукових працях. Дисертація Олійника С.В. містить особисто отримані здобувачем науково обґрунтовані результати, а кількість та якість наукових праць, опублікованих за її матеріалами, відповідають постанові Кабінету Міністрів України № 1197 від 17 листопада 2021 року «Деякі питання присудження (позбавлення) наукових ступенів», що затверджує «Порядок присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук».

Основні положення й наукові результати дисертації викладено у 31 опублікованій праці, серед яких: 13 статей у наукових фахових виданнях України та інших держав, які індексовані міжнародними наукометричними базами даних Scopus та/або Web of Science, 6 статей у наукових фахових виданнях України, 1 колективна монографія, 6 патентів України на винахід, 5 матеріалів і тез доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях.

Статті у періодичних виданнях, проіндексованих у базах даних Scopus та/або Web of Science

1. Chugai O.O., Poluboiarov O.O., Oleynick S.V., Sulima S.V., Voloshin O.O., Zaitsev R.V., Kirichenko M.V. Scanning photodielectric spectroscopy of $CdZnTe$

- crystals under additional non-monochromatic illumination. – *Sensors and Actuators, A: Physical*. – 2021. – V. 328. – Article 112772. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2021.112772> (Здобувачем запропоновано використовувати новий параметр – спектральну густину ділянок діаграми фотодіелектричного ефекту, пояснено фізичний зміст даного параметру), (Q2, Scopus).
2. Poluboiarov O.O., Chugai O.N., Oleynick S.V., Sulima S.V. Dielectric properties and quality of $Cd_{1-x}Zn_xTe$ crystals for gamma radiation detectors. – *Sensors and Actuators A: Physical*. – 2016. – V. 244. – P. 233 – 236. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2016.04.052> (Здобувачем запропоновано пояснення зв'язку діелектричної проникності з енергетичною роздільною здатністю детекторів гамма-випромінювання, виготовлених з кристалів $Cd_{1-x}Zn_xTe$), (Q2, Scopus).
 3. Horban V.F., Serdiuk I.V., Chuhai O.M., Voloshyn O.O., **Oliinyk S.V.**, Veselivska H.H., Danylenko M.I., Sliusar D.V., Stolbovyi V.A., Kalahan O.S. Specific Features of the Structure and Electrophysical Characteristics of Nitride Coatings Based on Ti–V–Zr–Nb–Hf High-Entropy Alloy. – *Materials Science*. – 2021. – V.57, no. 3. – P. 428 – 433. <https://doi.org/10.1007/s11003-021-00557-8> (Здобувачем досліджено координатний розподіл електроопору та добротності зразків високоентропійного сплаву Ti–V–Zr–Nb–Hf і встановлено їх крупномасштабну неоднорідність), (Q3, Scopus).
 4. Kolesnyk V.P., Chuhai O.M., Kalakhan O.S., Voloshyn O.O., **Oleinyk S.V.**, Veseliv'ska H.H. Structure and Properties of Ionic-Plasma WC Coatings. – *Materials Science*. – 2019 – V.55, no.2. – P. 220 – 224. <https://doi.org/10.1007/s11003-019-00292-1> (Здобувачем виконано дослідження морфології поверхні покриттів WC методом електронної мікроскопії), (Q3, Scopus).
 5. Chugai O.M., Gerasimenko A.S., Komar' V.K., Nalivaiko D.P., **Oleinik S.V.**, Podshivalova O.V., Sulima S.V., Novokhatskaya T.N. Effect of dopant Cr ions on the dielectric properties of melt-grown ZnSe crystals. – *Physics of the Solid State*. – 2013. – V. 55. – P. 60 – 63. <https://doi.org/10.1134/S1063783413010113> (Здобувачем виконано вимірювання діелектричної проникності і коефіцієнта діелектричних втрат кристалів ZnSe легованих Cr з концентрацією 10^{18} см^{-3} та запропоновано пояснення даних залежностей з огляду на ключову роль легуючих атомів в утворенні асоціатів точкових дефектів), (Q3, Scopus).
 6. Abashin S.L., Komar V.K., Nalyvaiko D.P., **Oleynick S.V.**, Puzikov V.M., Rom M.A., Sulima S.V., Chugai O.N. Influence of dielectric relaxation on the contactless resistivity measurement of semiinsulating CdZnTe crystals. – *Telecommunications and Radio Engineering* (English translation of *Elektrosvyaz and Radiotekhnika*). – 2011. – V. 70, No 13. – P. 1203 – 1215. <https://doi.org/10.1615/TelecomRadEng.v70.i13.80> (Здобувачем здійснено вимірювання частотних залежностей діелектричних сталих кристалів CdZnTe з високою поляризуемістю, визначено питомий електроопір даних кристалів у змінному електричному полі, отримано функцію розподілу релаксаторів за частотою таких кристалів), (Q3, Scopus).
 7. Komar V.K., Sulima S.V., Chugai O.M., Abashin S.L., Nikolov O.T., **Oleinik S.V.**, Puzikov V.M., Terzin I.S., Yatsina Y.A. Effect of ionizing radiation in ultrasmall doses on dielectric properties of CdZnTe crystals with anomalously high polarizability. – *Technical Physics Letters*. – 2011. – V. 37. – P. 589 – 592. <https://doi.org/10.1134/S106378501107008X> (Здобувачем виконано вимірювання діелектричної проникності і коефіцієнта діелектричних втрат кристалів CdZnTe підданих впливу ультрамалих доз іонізуючого випромінювання на частотах електричного поля від 12 до 1000 Гц та запропоновано пояснення отриманих закономірностей), (Q3, Scopus).

8. Chugai O.M., Gerasimenko A.S., Komar' V.K., Morozov D.S., **Oleinik S.V.**, Puzikov V.M., Rizak I.M., Sulima S.V. Dielectric properties of ZnSe crystals grown from melt. – *Physics of the Solid State*. – 2010. – V. 52. – P. 2467 – 2471. <https://doi.org/10.1134/S1063783410120048> (Здобувачем проведено вимірювання частотних залежностей діелектричної проникності і коефіцієнта діелектричних втрат кристалів ZnSe та запропоновано пояснення цих залежностей в рамках універсального діелектричного закону Джоншера), (Q3, Scopus).
9. Poluboiarov O., Chugai O., **Oliinyk S.**, Sliusar D., Sulima S. Effect of low-dose-rate ionizing radiation on the complex dielectric permittivity of CdZnTe crystals. – *Lithuanian journal of physics*. – 2023. – V. 63, no. 1. – P. 35 – 39. <https://doi.org/10.3952/physics.2023.63.1.5> (Здобувач виконав експериментальне дослідження частотних залежностей діелектричних сталих кристалів CdZnTe при впливі гама-випромінювання дуже малої інтенсивності), (Q4, Scopus).
10. Slusar D., Isakov O., Kolesnyk V., Chugai O., **Oliynick S.** Computer Simulation of Abnormal Glow Discharge in Inverse Magnetron Sputtering Systems with Sectioned Cathode Units. – *Springer, Cham*, 2021, October. – P. 311 – 320. https://doi.org/10.1007/978-3-030-94259-5_27 (Здобувачем виконано математичне моделювання потоків плазми в магнетронній установці), (Q4, Scopus).
11. Chugai O.M., **Oleynick S.V.**, Voloshin O.O., Gal'kin S.M., Sidelnikova L.Iu., Sosnytska O.O. Influence of Electron Magnetic Radiation of Different Quantum Energy on Dielectric Properties of Composites Based on Crystals CdZnTe and ZnSe. – *Advances in Intelligent Systems and Computing*. – 2020. – V. 1113. – P. 139 – 150. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37618-5_13 (Здобувачем виконано вимірювання частотних залежностей діелектричної проникності і коефіцієнта діелектричних втрат композитних матеріалів на основі епоксидної смоли з кристалітами CdZnTe та каучуку з кристалітами ZnSe; запропоновано пояснення отриманих закономірностей на основі провідної ролі електронних станів в об'ємі та приповерхневій області кристалітів таких матеріалів), (Q4, Scopus).
12. Chugai O.M., Tupitsyna I.A., **Oleynick S.V.**, Voloshin O.O., Luniov I.V. Influence of Bi doping and high-temperature annealing on optical and dielectric properties of CdWO₄ crystals. – *Functional Materials*. – 2020. – V. 27, № 2. – P. 245 – 251. <https://doi.org/10.15407/fm27.02.245> (Здобувачем проведено вимірювання частотних залежностей діелектричної проникності і коефіцієнта діелектричних втрат кристалів CdWO₄ без та з домішкою Bi у концентрації 10⁻³ мас.%, до та після високотемпературного відпалу в атмосфері водню; запропоновано пояснення отриманих залежностей в рамках універсального діелектричного закону Джоншера), (Q4, Scopus).
13. Poluboiarov O.O., Chugai O.N., Voloshin O.O., Zherybyatiev D.P., **Oleynick S.V.**, Sulima S.V. Inhomogeneity of dielectric properties of cadmium zinc-telluride crystals grown from melt. – *Functional materials*. – 2016. – V. 23, № 3. – P. 378 – 381. <https://doi.org/10.15407/fm23.03.378> (Здобувачем на різних частотах електричного поля виконано вимірювання діелектричної проникності і коефіцієнта діелектричних втрат кристалів CdZrTe в температурному інтервалі 280 – 400 K та підтверджено релаксаційний характер їх поляризації; показано тенденцію до зростання температури, що відповідає максимуму температурної залежності коефіцієнта діелектричних втрат таких кристалів від початку до кінця кристалічного злитка), (Q4, Scopus).

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України:

14. Литовченко Л.В., Колесник В.П., Чугай О.М., Бояркін А.О., Слюсар Д.В., Степанушкін М.П., **Олійник С.В.** Особливості побудови системи електроживлення інверсної магнетронної розпорошувальної системи для формування багатокомпонентних покриттів (спосіб управління процесом розпорошення та його практична реалізація) – *Радіоелектронні і комп'ютерні системи*. – 2019. – № 2 (90). – С. 99 – 107. <https://doi.org/10.32620/reks.2019.2.09> (Здобувачем виконано експериментальне дослідження системи електроживлення інверсної магнетронної розпорошувальної установки), (Категорія А).
15. Чугай О.М., Абашин С.Л., **Олійник С.В.**, Луньов І.В. Вплив механічної обробки поверхні на діелектричні та фотодіелектричні властивості кристалів $A^{II}B^{VI}$. – *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2021. – №3. – С. 73 – 78. <https://doi.org/10.32620/akt.2021.3.08> (Здобувачем досліджено координатний розподіл діелектричних сталих зразків $CdZnTe$ підданих механічному деформуванню і виявлено крупномасштабну неоднорідність діелектричних властивостей таких зразків; надано пояснення в рамках утворення і релаксації внутрішніх пружних та електричних полів в зразках), (Категорія Б).
16. Чугай О.М., Полубояров О.О., **Олійник С.В.**, Волошин О.О., Зайцев Р.В., Кіріченко М.В. Макроскопічна неоднорідність оптичних, діелектричних і фотодіелектричних властивостей кристалів $ZnSe$. – *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2020. – № 6(166). – С. 54 – 60. <https://doi.org/10.32620/akt.2020.6.06> (Здобувачем на різних частотах було проведено вимірювання діелектричних параметрів злитку $ZnSe$ в залежності від координати та запропоновано пояснення отриманих залежностей через провідну роль відхилення складу від стехіометричного), (Категорія Б).
17. Слюсар Д.В., Колесник В.П., Чугай О.М., Литовченко Л.В., Іщенко Є.І., **Олійник С.В.** Вплив попередньої підготовки поверхні підкладок на морфологію двокомпонентних покриттів, отриманих в інверсній магнетронній розпорошувальній системі. – *Авіаційно-космічна техніка та технологія*. – 2019. – № 1 (153). – С. 79 – 85. <https://doi.org/10.32620/akt.2019.1.10> (Здобувачем запропоновано враховувати вплив співвідношення коефіцієнтів розпорошення компонентів підкладки на морфологію покриттів WC), (Категорія Б).
18. Литовченко Л.В., Колесник В.П., Чугай О.М., Бояркін А.О., Слюсар Д.В., Степанушкін М.П., **Олійник С.В.** Особливості побудови систем електроживлення інверсної магнетронної розпорошувальної системи для формування багатокомпонентних покриттів (практичні аспекти розробки резистивних ланцюжків у складі генератора плазми). – *Авіаційно-космічна техніка та технологія*. – 2019. – № 5 (157). – С. 12 – 23. <https://doi.org/10.32620/akt.2019.5.02> (Здобувачем виконано експериментальне дослідження системи електроживлення інверсної магнетронної розпорошувальної установки), (Категорія Б).
19. Слюсарь Д.В., Колесник В.П., Чугай О.Н., Литовченко Л.В., Степанушкін Н.П., Абашин С.Л., **Олійник С.В.** Вплив різних факторів на морфологію поверхні покриттів типу WC , що осаджені іонно-плазмовим методом. – *Авіаційно-космічна техніка та технологія*. – 2018. – № 6 (150). – С. 76 – 82. <https://doi.org/10.32620/akt.2018.6.10> (Здобувачем запропоновано враховувати вплив співвідношення коефіцієнтів розпорошення компонентів підкладки на морфологію покриттів WC), (Категорія Б).

Патенти:

20. Чугай О.М., Терзін І.С., Комар В.К., Новохатська Т.М., Полубояров О.О., Сулима С.В., **Олійник С.В.**, Шматко О.О. Спосіб вимірювання питомого електроопору високоомних твердих розчинів напівпровідників: пат. на корисну модель № 76300 Україна МПК (2012) G01R 31/26; заявник й патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є.Жуковського „Харк. авіац. ін.-т”; Заявл. 09.07.2012; Опубл. 25.10.2012, Бюл. №24. – 8 с. *(Здобувачем запропоновано враховувати дисперсію комплексної діелектричної проникності при вимірюванні питомого електроопору високоомних кристалів, здійснено вимірювання електроопору кристалів CdZnTe даним методом).*
21. Чугай О.М., Комар В.К., Сулима С.В., Пузіков В.М., Герасименко А.С., Абашин С.Л., **Олійник С.В.**, Морозов Д.С. Спосіб вимірювання питомого електроопору високоомних твердих розчинів напівпровідників: пат. на винахід №90037 Україна, МПК G01R 31/26; заявник і патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т»; Заявл. 17.06.2008; Опубл. 25.03.2010, Бюл. № 6. – 6 с. *(Здобувачем отримано співвідношення та визначено алгоритм визначення питомого електроопору високоомних кристалів, проведено вимірювання питомого електроопору кристалів CdZnTe даним методом)*
22. Чугай О.М., Абашин С.Л., Герасименко А.С., Комар В.К., Новохатська Т.М., Полубояров О.О., **Олійник С.В.**, Сулима С.В. Спосіб визначення фотоактивних центрів в кристалічних матеріалах: пат. на корисну модель №78882 Україна, МПК (2012) G01N 13/00; заявник і патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є.Жуковського „Харк. авіац. ін.-т”. – № u2012 08435; Заявл. 09.07.2012; Опубл. 10.04.2013, Бюл. №7. – 6 с. *(Здобувачем проведено вимірювання спектральних залежностей діелектричної проникності та коефіцієнта діелектричних втрат кристалів CdZnTe, визначено спектр локалізованих станів таких кристалів).*
23. Галкін С.М., Рибалка І.А., Сосницька О.О., Волошин О.О., Чугай О.М., **Олійник С.В.** Спосіб визначення розподілу електрофізичних неоднорідностей в кристалічному матеріалі: пат. на винахід № 123325 Україна МПК G01J 5/50 (2006.01) та G01N 27/22 (2006.01); заявники й патентовласники Інститут цинтіляційних матеріалів Національної Академії Наук України і Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"; Заявл. 21.12.2018; Опубл. 17.03.2021, Бюл. №11. – 8 с. *(Здобувачем було проведено виміри координатних залежностей діелектричних параметрів кристалічної булі ZnSe даним методом, визначено ефективні значення діелектричної проникності та коефіцієнта діелектричних втрат).*
24. Чугай О.М., Абашин С.Л., Пузіков В.М., Комар В.К., **Олійник С.В.**, Сулима С.В. Спосіб визначення розподілу електрофізичних неоднорідностей в кристалічних матеріалах: пат. на винахід № 92595 Україна МПК G01J 5/50, G01N 27/22; заявник й патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є.Жуковського „Харк. авіац. ін.-т”; Заявл. 20.06.2007; Опубл. 25.11.2010. – 6 с. *(Здобувачем виконано апробацію метода на кристалах CdZnTe, отримано координатні розподіли ефективної діелектричної проникності та коефіцієнта діелектричних втрат таких кристалів).*
25. Чугай О.М., Терзін І.С., Комар В.К., Охрімівський А.М., **Олійник С.В.**, Полубояров О.О., Сулима С.В., Яцина Ю.А. Спосіб вимірювання потужності експозиційної дози електромагнітного випромінювання: пат. на корисну модель № 76301 Україна МПК (2012) G01T 1/24; заявник й патентовласник Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського „Харк. авіац. ін.-т”; Заявл. 09.07.2012; Опубл. 25.12.2012, Бюл. № 24. – 8 с. *(Здобувачем запропоновано використовувати сильну частотну дисперсію комплексної діелектричної проникності кристалів $A^{II}B^{VI}$ для*

визначення потужності експозиційної дози електромагнітного випромінювання, проведено апробацію способу на кристалах CdZnTe).

Монографія:

26. Чугай О.М., Олійник С.В., Колесник В.П., Полубояров О.О., Слюсар Д.В., Сулима С.В., Волошин О.О. Діелектричні, оптичні та фотоелектричні властивості кристалів $A^{II}B^{VI}$, вирощених з розплаву: *монографія*. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2021. – 191 с. (Здобувачем досліджено та проаналізовано крупномасштабну неоднорідність електрофізичних властивостей зразків кристалів $A^{II}B^{VI}$).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

27. Чугай О.М., Полубояров О.О., Олійник С.В., Волошин О.О., Зайцев Р.В., Кіріченко М.В. Макроскопічна неоднорідність оптичних, діелектричних і фотодіелектричних властивостей кристалів ZnSe. Міжнародна науково-практична конференція “Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering” ICTM-2020: тези доп. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. –С. 21 – 25. (Здобувач виконав дослідження координатного розподілу електроємності та тангенса кута діелектричних втрат системи електроди-зразок для кристалічної булі ZnSe і здійснив дослідження будови зразків методом оптичної мікроскопії).
28. Чугай О.М., Волошин О.О., Олійник С.В., Галкін С.М., Сідельнікова Л.Ю., Сосницька О.О. Дослідження впливу електромагнітного випромінювання з різною енергією квантів на діелектричні властивості композитів на основі кристалів CdZnTe і ZnSe. Міжнародна науково-практична конференція “Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering” ICTM-2019 («Інтегровані комп’ютерні технології в машинобудуванні» ІКТМ-2019): Тези доп. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – Том 2. –С. 147 – 150. (Здобувач здійснив дослідження будови зразків CdZnTe і ZnSe методом оптичної мікроскопії).
29. Chugai O.N., Gavrishuk E.M., Balabanov S.S., Oleynick S.V. et. al. Effect of alloying chromium atoms on the defect structure and electrical properties of polycrystalline zinc selenide grown by CVD-method. Abstr. of Int. Conf. “Functional Materials” ICFM – 2011. – Partenit, Crimea, Ukraine, October 3 – 8. – 2011. – P. 153. (Здобувач виготовив та випробував стенд для дослідження електрофізичних властивостей кристалів).
30. Komar V.K., Abashin S.L., Chugai O.N., Oleynick S.V. et. al. Composition Irregularities and Electrophysical Properties of Melt-Grown CdZnTe Crystals. Int. Conf. on Crystal Growth (ICCG-16) in conjunction with The 14th International Conference on Vapor Growth and Epitaxy (ICVGE-14). – Beijing, China, August 8 – 13. – 2010. – Access mode: <http://www.meeting.edu.cn/meeting/webmedia/jingpin/iccg162010/pic/abstract.zip> (Здобувач виготовив та випробував стенд для дослідження електрофізичних властивостей кристалів CdZnTe).
31. Gerasimenko A.S., Komar V.K., Morozov D.S., Oleynick S.V. et. al. The influence of Cr alloying atoms on dielectric properties of ZnSe laser crystals. Abstr. Of Int. Conf. “Functional Materials” ICFM – 2009. – Partenit, Crimea, Ukraine, October 5 – 10. – 2009. – P. 341. (Здобувач виготовив та випробував стенд для дослідження електрофізичних властивостей кристалів ZnSe легованих Cr).

10. Впровадження результатів наукових досліджень. Запропонований підхід до стабілізації експлуатаційних характеристик електронних приладів на основі високоомних кристалічних матеріалів під дією ультрамалих експозиційних доз електромагнітного випромінювання впроваджено в державному науково-дослідному підприємстві ДП НДТШ. Також одержані результати досліджень впроваджено в навчальний процес кафедри інтелектуальних вимірювальних систем та інженерії якості Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» при підготовці бакалаврів та магістрів за напрямками 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка» та 176 «Мікро- та наносистемна техніка».

11. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо. Основні наукові результати та положення дисертації були представлені, доповідалися та обговорювалися на міжнародних та вітчизняних конференціях: Основні положення і результати роботи доповідалися на наступних вітчизняних та міжнародних конференціях і семінарах: International Conference "Functional Materials" ICFM 2009, 2009, Partenit, Crimea, Ukraine; Int. Conf. on Crystal Growth (ICCG-16) in conjunction with The 14th International Conference on Vapor Growth and Epitaxy (ICVGE-14), August 8-13 2010, Beijing, China; International Conference "Functional Materials" ICFM 2011, October 3 – 8 2011, Partenit, Crimea, Ukraine; Міжнародна науково-практична конференція "Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering" ICTM-2019 («Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні» ІКТМ-2019), 2019 р., Харків, Україна; Міжнародна науково-практична конференція "Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering" ICTM-2020, 2020 р., Харків, Україна.

12. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення. Дисертація викладена професійно, кваліфіковано та грамотно. Матеріали логічно систематизовані та коректно оформлені. За структурою, мовою та стилем викладення дисертація відповідає вимогам МОН України.

13. Відповідність принципам академічної доброчесності. У процесі перевірки на академічний плагіат рукопису дисертації Олійника С.В. встановлено відповідність електронного варіанту дисертації, наданого здобувачем, паперовому варіанту дисертації. У результаті перевірки дисертації Олійника С. В. академічного плагіату не виявлено.

14. Відповідність дисертації паспорту спеціальності, за якою вона представлена до захисту. Робота відповідає вимогам паспорту спеціальності 01.04.07 - фізика твердого тіла, зокрема напряму досліджень: «Встановлення умов направленої зміни будови і фізичних властивостей твердих тіл під дією електромагнітного поля та радіаційного опромінення».

15. Характеристика здобувача, ступінь наукової зрілості. Проведені дослідження та опубліковані наукові праці характеризують Олійника С.В. як кваліфікованого фахівця і дослідника. Здобувач на високому рівні володіє методологією наукових досліджень. Йому притаманне логічне мислення, вміння ставити наукові завдання та пропонувати нестандартні шляхи їх вирішення, виділяти основні та вторинні аспекти. Олійник С.В. є сформованим, кваліфікованим науковцем з глибоким теоретичних та практичним рівнем підготовки.

ВИСНОВОК

Дисертація Олійника Сергія Володимировича «Фізичні основи формування електричних та фотоелектричних властивостей кристалів $A^{II}B^{VI}$ і електричних властивостей багатокомпонентних покриттів» є завершеною кваліфікаційною науковою працею,

виконаною здобувачем самостійно, у якій розв'язано актуальну науково-технічну проблему розроблення фізичних основ формування електричних та фотоелектричних властивостей високоомних кристалів $A^{IV}B^{VI}$, а також електричних властивостей покриттів WC і високоцентропійного сплаву Ti-V-Zr-Nb-Hf.

У 31 науковій публікації повністю відображені результати дисертації, з них 13 статей у наукових фахових виданнях України та інших держав, які індексовані міжнародними наукометричними базами даних Scopus та/або Web of Science, 6 статей у наукових фахових виданнях України; 1 колективна монографія, 6 патентів України на винахід, 5 матеріалів і тез доповідей на міжнародних та вітчизняних конференціях.

Дисертація підготовлена за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла, відповідає паспорту спеціальності 01.04.07 – фізика твердого тіла (Перелік наукових спеціальностей, затверджений Наказом Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України 14 вересня 2011 року № 1057), та вимогам, які ставляться до робіт на здобуття наукового ступеня доктора наук, п. 7 та 9 Порядку присудження та позбавлення наукового ступеня доктора наук, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 року № 1197.

З урахуванням актуальності теми дослідження, наукової новизни, теоретичного та практичного значення одержаних результатів, впровадження їх у практику, обґрунтованості висновків на основі одержаних достовірних результатів, особистому внеску здобувача у розв'язання важливої науково-технічної проблеми, достатньої повноти викладення матеріалів дисертації, що характеризується єдністю змісту, відповідності принципам академічної доброчесності, а також беручи до уваги наукову зрілість та професійні якості Олійника Сергія Володимировича, рекомендувати дисертацію «Фізичні основи формування електричних та фотоелектричних властивостей кристалів $A^{IV}B^{VI}$ і електричних властивостей багатокомпонентних покриттів» для подання до розгляду у спеціалізовану вчену раду на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.04.07 - фізика твердого тіла.

Рецензенти:

Завідувач кафедри фізики
Національного аерокосмічного
університету ім. М.С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,
д.т.н., професор



Анатолій ТАРАН

Завідувач кафедри теоретичної
механіки, машинознавства та
роботомеханічних систем
Національного аерокосмічного
університету ім. М.С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,
д.т.н., професор



Олег БАРАНОВ

Професор кафедри фізики
Національного аерокосмічного
університету ім. М.С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»,
д.т.н., професор



Олександр КИСЛИЦИН

06.06.2023