

Секція: Загальна фізика

Назва проекту: Встановлення і застосування нових закономірностей оптичних, електронно-адсорбційних процесів у наноструктурованих SnO₂, ZnO, RuO₂ подвійного призначення

Назва напрямку секції:

1-ий: 6. Фізика напівпровідників і діелектриків. 6.3. Ефекти, пов'язані з переходом напівпровідникової системи донизьковимірності; фізичні явища у низьковимірних напівпровідникових і діелектричних структурах, зокрема наноструктурах

2-ий: 12. Фізика і хімія поверхні. 12.3. Електронні властивості поверхонь і приповерхневих шарів

Організація-виконавець: Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Адреса: вул.Дворянська, 2, 65082, Одеса, Україна

АВТОРИ ПРОЕКТУ:

Керівник проекту (П.І.Б.): Гевелюк Сергій Анатолійович

Науковий ступінь: канд. фіз.-мат. наук **вчене звання:** старш. дослідник (старш. наук. співроб.)

Місце основної роботи: Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

Посада: Провідний науковий співробітник

Тел.: 380 487-23-34 **E-mail:** mnnftc@gmail.com

Відповідальний виконавець проекту (П.І.Б., науковий ступінь, вчене звання, посада):

Філевська Людмила Миколаївна, без ступеня, без звання, старший науковий співробітник

Тел.: 067 285-01-58 **E-mail:** lfilevska@gmail.com

Проект розглянуто й погоджено рішенням наукової (вченої, науково-технічної) ради (Одеський національний університет імені І.І. Мечникова) від "28" жовтня 2019р., протокол № 3.

Керівник проекту:


Гевелюк С.А.
підпис
" " 2019 р.



ПРОЕКТ
фундаментального дослідження, що виконуватиметься за рахунок видатків загального фонду державного бюджету

Назва проекту: Встановлення і застосування нових закономірностей оптичних, електронно-адсорбційних процесів у наноструктурованих SnO₂, ZnO, RuO₂ подвійного призначення

Пропоновані терміни виконання проекту (до 36 місяців):
з 01.01.2020 по 31.12.2022

Орієнтовний обсяг фінансування проекту: 4438,100 тис. грн.

Капітальні видатки: 0,000 тис. грн.

1. АНОТАЦІЯ

Будуть встановлені нові фундаментальні закономірності оптичних і електронно-адсорбційних процесів у новостворених наноструктурованих оксидометалевих матеріалах подвійного призначення та визначені механізми зарядотранзитних оптичних і електронних взаємодій, як основи новітніх підходів до створення сучасних елементів оптоелектроніки, газового аналізу і біосенсорики. Будуть створені і вдосконалені методики виготовлення нових наноструктурованих матеріалів на основі оксидів цинку, олова і рутенію. Будуть встановлені нові відомості світового рівня щодо структурних, оптичних і електрофізичних властивостей цих нових наноструктурованих матеріалів, а також визначенні їх основні електронні параметри, кореляційні залежності, вплив квантових обмежень на їх люмінесцентні та каталітичні властивості. Будуть визначені і застосовані механізми оптичних процесів у нових наноструктурованих матеріалах на основі оксидів цинку, олова і рутенію при контакті з аналітами. Встановлені нові закономірності зарядотранзитних процесів, що визначають подвійне використання наноструктурованих оксидометалевих матеріалів в оптоелектронних і сенсорних пристроях, які застосовані для визначення нових шляхів створення чутливих елементів для оптосенсорики, біосенсорів і сенсорів середовищ, що працюють при кімнатній температурі, а також елементів оптоелектроніки.

2. ПРОБЛЕМАТИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Проблема, на вирішення якої спрямовано проект: Невирішені фундаментальні проблеми однозначного визначення основних електронних параметрів оксидометалевих матеріалів не дозволяють сформулювати остаточне розуміння зарядових процесів в них, які визначають їх функціональне використання. Багатовимірність впливу розмірних ефектів при переході до наномасштабу зумовлює появу нових з одного боку корисних, а з іншого – небажаних ефектів надмірної хімічної активності, урахування яких є високо актуальним і вкрай необхідним для вирішення сучасних проблем електронної техніки. Актуальність досліджень визначається необхідністю створення чутливих матеріалів сенсорів газів, біологічних та органічних речовин, що працюють при температурах середовища, що контролюється, а також потребою в нових безконтактних методах такого контролю для вирішення екологічних проблем. Високоактуальна також потреба в механічно і хімічно стійких каталітично-активних елементах і матеріалах для прозорих провідних електродів різного призначення.

2.2. Об'єкт дослідження: Нові наноструктуровані матеріали на основі оксидів цинку, олова і рутенію, отримані за розробленою авторами методикою з використанням полімерів, органометалічних сполук, тонкоплівкові та в матрицях шпаристого скла.

2.3. Предмет дослідження: Оптичні і електронно-адсорбційні процеси та квантово-розмірні ефекти у новостворених наноструктурованих оксидах олова, цинку і рутенію, їх механізми і закономірності.

3. СТАН ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОБЛЕМИ І ТЕМАТИКИ

3.1. Аналіз результатів, отриманих авторами проекту за напрямом, проблемою, тематикою, об'єктом та предметом дослідження; у чому саме полягає внесок згадуваних вчених і чому їх напрацювання потребують продовження, доповнення, вдосконалення (до 20 рядків): Вагомий досвід колективу авторів у галузі наноелектроніки дозволив отримати значні результати в створенні і дослідженні нових нанорозмірних систем. А

саме: створені технології отримання тонкоплівкових наноструктурованих (НС) окиснометалевих матеріалів з використанням полімерів, а також у матрицях поруватого кремнію і шпаристого сілікатного скла. Встановлено наявність фотолюмінесценції (ФЛ) при кімнатній температурі в отриманих НС SnO₂, що в подальшому є основою для створення ФЛ сенсорів. Встановлена чутливість до органічних речовин при кімнатній температурі у НС SnO₂ і ZnO. Вивчені за допомогою поляризаційно-модуляційної спектроскопії (ПМС) різні типи поверхнево-плазмоннорезонансних (ППР) процесів та отримані резонансно-оптичні параметри ППР міжкластерної взаємодії у НС SnO₂. Подальші дослідження і застосування вказаних методик для досліджень НС ZnO дозволять використовувати НС плівки SnO₂ і ZnO в оптичних сенсорах, що працюють на ПМС ППР. Створені в шпаристих матрицях ансамблі наночастинок (НЧ) CdS, AgBr, барвників на базі Sn(IV), SnO₂ мають зумовлені ефектом квантових обмежень нові корисні оптичні, люмінесцентні, електрофізичні та адсорбційні властивості, які роблять ці НС базою нових електронних приладів. Це підтверджено 2-ма патентами України. Однак, значна технологічна залежність фізичних параметрів і характеристик цих матеріалів та неоднозначність пояснення конкретних зарядотранзитних процесів і квантово-розмірних ефектів потребують подальшого вивчення, оскільки визначають можливості керування і урахування фізичних властивостей для створення ефективних елементів оптоелектроніки, біо- та газосенсоріки. Пропонуємо створення ансамблю НЧ на базі RuO₂ покращить каталітичні властивості сполуки, а використання ФЛ зазначеної НС дозволить створювати хімічні сенсори нового покоління.

3.2. Аналіз результатів, отриманих іншими вітчизняними та закордонними вченими (аналогічно наведеному у п.3.1); окремо проаналізувати напрацювання цих учених за останні 5 років із посиланням на конкретні публікації (до 30 рядків): Унікальні фізичні властивості нанорозмірних діоксиду олова та оксиду цинку зумовлюють використання їх в різних галузях, серед яких газова сенсорика [1], каталіз [2], детектування забруднень рідинних середовищ [3], оптосенсорика [4], електродні матеріали для сучасних літій-іонних батарей [5] та буферних шарів сонячних елементів [6,7]. Але одночасне мультифункціональне використання одних і тих же шарів не зустрічається. Крім того, зниження температури роботи створених на основі цих матеріалів газосенсорних наноструктур [1], а також проблеми збереження хімічної і механічної стійкості електродів [5-7] все ще залишається високо актуальною задачею, на вирішення якої впливають проблеми визначення фізичних параметрів і характеристик цих матеріалів, їх значна залежність від технології, та неоднозначність пояснення конкретних зарядотранзитних процесів, які й визначають можливості керування і урахування фізичних властивостей для потреб конкретної прикладної задачі, як то створення матеріалу оптосенсора, біочутливого чи газосенсорного матеріалу або електродних чи буферних шарів. Орієнтованість досліджень світових науковців на прикладний результат, а вітчизняних вчених на глибоке вивчення власне властивостей матеріалу і недостатність впровадження результатів досліджень певною мірою повинні доповнювати одне одного. Вітчизняні і закордонні науковці, що працюють із RuO₂ здебільшого напилюють його на металеві нитки, що формує тонкі плівки [8], або насичують ним плівки шпаристого кремнію на кремнієвій підкладці [9], внаслідок чого речовина диспергується певним чином у міжшпаринному просторі шпаристого кремнію. Такі технології надають RuO₂ нові властивості, які дозволяють використовувати його як широкодіапазонні резистивні термометри, оптоелектронні електроди, високовольтні резистори, а також, завдяки каталітичним властивостям як електрохімічні прилади [10]. Разом із тим слід зазначити, що оскільки каталітичність є суто поверхневою властивістю, вона найкращим чином виявляє себе коли поверхня системи велика. Беручи до уваги, що для плівок шпаристого кремнію на кремнієвій підкладці глибина шпаристого шару не може перевищувати 20 нм через його крихкість, то питома поверхня матриці на такій основі у сотні разів менша за питому поверхню матриці з шпаристого сілікатного скла будь-якого типу такого самого розміру. Тому використання матриці шпаристого скла для створення ансамблю НЧ RuO₂ має суттєво підсилити функціональні властивості зазначеної сполуки. До того ж, кварцева основа матриці шпаристого скла надає їй суттєву міцність у порівнянні зі шпаристим кремнієм.

3.3. Перелік основних публікацій (не більше 10-ти) закордонних і вітчизняних вчених (окрім публікацій авторів, що наведені у доробку), що містять аналоги та прототипи, є основою для проекту (до 20 рядків)

№	Повні дані про статті
1	Tharsika T, Thanihaichelvan M, Haseeb ASMA and Akbar SA (2019) Highly Sensitive and Selective Ethanol Sensor Based on ZnO Nanorod on SnO ₂ Thin Film Fabricated by Spray Pyrolysis. <i>Front. Mater.</i> 6:122. doi: 10.3389/fmats.2019.00122
2	Wang, L. et al. Construction of 1D SnO ₂ -coated ZnO nanowire heterojunction for their improved n-butylamine sensing performances. <i>Sci. Rep.</i> 6, 35079; doi: 10.1038/srep35079 (2016)
3	Khan, N. et al. Application of pristine and doped SnO ₂ nanoparticles as a matrix for agro-hazardous material (organophosphate) detection. <i>Sci. Rep.</i> 7, 42510; doi: 10.1038/srep42510 (2017)
4	Marko Radović, Georges Dubourg, Zorana Dohčević-Mitrović, Bojan Stojadinović, Jelena Vukmirović, Nataša Samardžić and Miloš Bokorov, SnO ₂ nanosheets with multifunctional properties for flexible gas-sensors and UVA light detectors. <i>Journal of Physics D: Applied Physics</i> , 2019 V 52, N 38
5	Atsuhiko Tanaka, Keiji Hashimoto, Hiroshi Kominami. Control of Surface Plasmon Resonance of Au/SnO ₂ by Modification with Ag and Cu for Photoinduced Reactions under Visible-Light Irradiation over a Wide Range. <i>Chemistry</i> . 2016 Mar 18;22(13):4592-9. doi: 10.1002/chem.201504606
6	Wu J, Chen H, Byrd I, Lovelace S, Jin C. Fabrication of SnO ₂ Asymmetric Membranes for High Performance Lithium Battery Anode. <i>ACS Appl Mater Interfaces</i> . 2016 Jun 8;8(22):13946-56. doi: 10.1021/acsami.6b03310.
7	Qi Jiang, Xingwang Zhang, Jingbi You. SnO ₂ : A Wonderful Electron Transport Layer for Perovskite Solar Cells , <i>Nano Micro Small</i> , V,14, Issue31, August 2, 2018, 1801154 https://doi.org/10.1002/sml.201801154
8	Jing-Mei Li, Chi-Chang Hu, Tzu-Ho Wu, and Yung-Jung Hsu. Electroless deposition of RuO ₂ -based nanoparticles for energy conversion applications. <i>RSC Advantes</i> 2019, Issue 9, 4239-4245; doi:10.1039/C8RA07810F
9	M. S. Osofsky, C. M. Krowne, K. M. Charipar, K. Bussmann, C. N. Chervin, I. R. Pala, and D. R. Rolison. Disordered RuO ₂ exhibits two dimensional, low-mobility transport and a metal-insulator transition. <i>Scientific reports</i> , 2016, Issue 6, 21836-21850 doi: 10.1038/srep21836
10	Dong-Su Ko, Woo-Jin Lee, Soohwan Sul et al. Understanding the structural, electrical, and optical properties of monolayer h-phase RuO ₂ nanosheets: a combined experimental and computational study. <i>NPG Asia Materials</i> 2018, Issue 10: 266-276 DOI 10.1038/s41427-018-0020-y

4. МЕТА, ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ТА ЇХ АКТУАЛЬНІСТЬ

4.1. Ідеї та робочі гіпотези проекту: Ідея проекту: Ефект квантових обмежень, який виникає при зменшенні розміру структурної одиниці матеріалу навіть гомогенної системи є причиною появи нових фізичних і хімічних властивостей такої системи, відмінних від властивостей об'ємного матеріалу. Процеси, які визначають нові властивості є, насамперед, зарядотранзитними процесами в межах як самої нанорозмірної одиниці матеріалу, її поверхні, так і всього масиву з таких окремих одиниць. Як наслідок, проявляються завуальовані тепловими коливаннями або вироджені в об'ємному матеріалі нові смуги фотолюмінесценції, зсув і структуризація спектрів поглинання, нетермостимульована адсорбційна активність, зміни характеристик і параметрів провідності, значна залежність від складу зовнішнього середовища, що обумовлює можливості створення нових елементів і принципів оптоелектроніки і сенсорики. Робочі гіпотези: Варіювання вмісту структуруючих і модифікуючих добавок, прекурсорів в вихідних розчинах, часових і температурних параметрів, статистичний і термодинамічний аналіз етапів отримання нових НС оксидів олова, цинку і рутенію дозволять створити і

вдосконалити методи виготовлення та оцінити їх вплив на структурні особливості (розмір структурної одиниці – кристаліту або кластеру) і фізико-хімічні властивості цих нових наноструктурованих матеріалів з можливістю керування ними в процесі отримання.

Виявлення ФЛ у НС SnO₂, ZnO, а також у RuO₂ в матриці шпаристого скла при зменшенні розмірів кристалітів і кластерів, а також зміна її поведінки при адсорбції газів, органічних і біологічних сполук потребує детальних досліджень механізмів таких змін фотолюмінесценції, як функціональної характеристики, що стануть основою для створення на базі цих шарів нових безконтактних оптичних сенсорів органічних речовин і біосенсорів.

Зсув і структуризація спектрів поглинання, які виявляються в НС оксидах олова і цинку відображають зміни параметрів електронної системи і дозволять провести їх розрахунки для конкретних досліджуваних об'єктів, необхідні для встановлення механізмів зарядотранзитних процесів. Проведення досліджень плазмонно-резонансних процесів і розрахунків резонансно-оптичних параметрів нових НС оксидів олова та цинку дозволить оцінити поведінку їх електронної підсистеми (появу квазічастинок типу поверхневих плазмонів, плазмон-поляритонів) під час взаємодії з оптичним випромінюванням.

Поява нетермосимульованої адсорбційної активності, яка проявляється в змінах характеристик і параметрів провідності нових нанорозмірних шарів оксидів олова та цинку під час контакту з газами, органічними та біологічними сполуками при кімнатній температурі, є явищем, що потребує досліджень з точки зору необхідності створення чутливих елементів сенсорів без додаткового нагрівання.

4.2. Мета і завдання, на вирішення яких спрямовано проект: Мета: Визначити фундаментальні закономірності оптичних і електронно-адсорбційних процесів у новостворених наноструктурованих оксидах олова, цинку і рутенію подвійного призначення та встановити механізми зарядотранзитних оптичних і електронних взаємодій, як основи новітніх підходів до створення сучасних елементів оптоелектроніки та сенсорики.

Основні завдання: а) визначення параметрів НС оксидів олова, цинку і рутенію, що зумовлюють наявність розмірних ефектів, аналіз методів їх отримання; б) виявлення взаємозв'язку між структурними, оптичними, електрофізичними, адсорбційними властивостями новостворених наноструктурованих оксидів олова, цинку і рутенію; в) встановлення і застосування механізмів і закономірностей зарядотранзитних процесів, що визначають подвійне використання наноструктурованих оксидів олова, цинку і рутенію в оптоелектронних і сенсорних пристроях.

4.3. Обґрунтування актуальності та/або доцільності виконання завдань: Параметри структури, і як, наслідок, електронної системи нанорозмірних оксидів олова, цинку, а також у RuO₂ в матриці шпаристого скла мають значну залежність від особливостей технологічних процесів, що не дозволяє однозначно їх визначити і стає на заваді вирішення проблем відтворюваності властивостей і керування ними при створенні приладів сучасної електроніки. Тому вивчення впливу структуруючих і модифікаційних добавок, прекурсорів, статистичний і термодинамічний аналіз реакцій отримання НС плівок оксидів олова і цинку, RuO₂ в матриці шпаристого скла, дослідження їх структури актуальні та доцільні з точки зору керування їх функціональними властивостями.

Актуальність завдань обумовлена необхідністю створення нових функціональних матеріалів з фізико-хімічними властивостями, які забезпечать безконтактний контроль біологічних середовищ. Таку можливість дають ефекти ФЛ при кімнатній температурі, які виникають при зменшенні до нанорозмірів кристалітів і кластерів у плівках оксидів олова і цинку, а також у RuO₂ в матриці шпаристого скла і встановлені зміни її поведінки при контакті з органічними сполуками і біооб'єктами, тому детальне вивчення їх механізмів і закономірностей є вкрай доцільним для біосенсорики і вирішення проблем екологічного моніторингу.

Спектроскопічні дослідження процесів поглинання і відбиття світла, плазмонно-резонансних процесів нанорозмірними оксидами олова та цинку доцільні для визначення оптичних констант матеріалів, параметрів їх електронної підсистеми, та їх змін при контакті зі сполуками-аналітами, адже окрім необхідності визначення цих параметрів для встановлення механізмів зарядотранзитних процесів, вони можуть стати тими функціональними характеристиками, на базі яких можуть бути створені прозорі електроди та буферні шари, а також оптичні біосенсиори і оптосенсиори органічних речовин, що є вкрай актуальним для безконтактної сенсорики.

Доцільність і актуальність досліджень закономірностей і механізмів нетермосимульованої адсорбційної активності нових нанорозмірних шарів оксидів олова та цинку, яка проявляється в

змінах характеристик і параметрів їх провідності під час контакту з газами, органічними та біологічними сполуками при кімнатній температурі, зумовлені необхідністю створення чутливих елементів сенсорів без додаткового нагрівання.

5. ПІДХІД, МЕТОДИ, ЗАСОБИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ПРОЕКТОМ

5.1. Визначення підходу щодо проведення досліджень, обґрунтування його новизни:

Враховуючи мультифункціональність досліджуваних шарів підхід до досліджень їх властивостей буде спиратись на можливе їх застосування як оптичних, фотолюмінесцентних, резистивних чутливих елементів сенсорів та провідних шарів, в чому й полягає його новизна. А саме комплекс експериментальних досліджень фізичних властивостей нових наноструктурованих плівок оксидів олова і цинку, а також у RuO₂ в матриці шпаристого скла і аналітичних розрахунків їх параметрів буде спрямовано на системне вивчення нових закономірностей зарядотранзитних процесів, які виникають при зменшенні розміру структурної одиниці (кристаліту або кластеру) досліджуваних матеріалів та визначають їх функціональні властивості, серед яких фотолюмінесценція, поглинання і відбиття світла, плазмонний резонанс і специфічні характеристики провідності. Поеднання таких властивостей одного матеріалу з точки зору реєстрації середовища різними методами є новим системним підходом до досліджень і створює нові можливості для розробки багатофункціональних чутливих елементів сенсорики в цілому і елементів оптоелектроніки.

5.2. Нові або оновлені методи та засоби, методика та методологія досліджень, що створюватимуться авторами у ході виконання проекту:

Оновленими є методики отримання нанорозмірних тонких плівок діоксиду олова і оксиду цинку з використанням полівінілацетату як структуруючої добавки та органометалічних сполук (діхлордіацетилацетонат олова, ацетат цинку, тощо) як прекурсорів у золь-гель синтезі, методика доокислення термічно напилених металевих шарів, а також у RuO₂ в матриці шпаристого скла. Будуть використані також оновлені методики дослідження структурних особливостей та топології поверхні наноструктурованих оксидів олова і цинку, RuO₂ в матриці шпаристого скла з допомогою приладної зв'язки «атомний силовий мікроскоп (АСМ) – електронний скануючий мікроскоп (СЕМ)». Новим для досліджень шарів оксиду цинку та НС RuO₂ буде використання поляризаційно-модуляційної спектроскопії для визначення структурозалежних енергетичних втрат, які можуть бути враховані за допомогою характеристизації радіаційних мод поверхневих плазмонів.

5.3. Особливості структури та складових проведення досліджень: Структура досліджень є системою створення і вдосконалення методів синтезу нових НС плівок оксидів олова і цинку а також у RuO₂ в матриці шпаристого скла, експериментальних досліджень їх фізичних властивостей і аналітичних розрахунків їх параметрів, що в комплексі дасть змогу визначити закономірності і механізми зарядотранзитних процесів, відповідальних за функціональні характеристики досліджуваних шарів. Дослідження матимуть наступні складові:

а) створення і вдосконалення методів синтезу нових наноструктурованих плівок оксидів олова і цинку з використанням полімерів в золь-гель методі та інших методів отримання НС SnO₂, ZnO, RuO₂, оцінка впливу вмісту структуруючого полімеру, теплових та часових чинників, параметрів хімічних реакцій синтезу на структуру, топологію поверхні, і в подальшому електрофізичні і оптичні властивості

б) вивчення структурних властивостей та топології поверхні отриманих зразків з використанням методів СЕМ, АСМ, ДРВ та ін. та комп'ютерних програм обробки даних мікроскопії WSxM4_0Develop, XEI, тощо.

в) спектроскопічні дослідження фотолюмінесценції, оптичного поглинання і відбиття, вольт-амперних характеристик, темної провідності і впливу на них типу і вмісту структуруючих добавок у вихідних розчинах та інших технологічних характеристик, аналітичне визначення параметрів характеристизації електронної підсистеми матеріалів.

г) поляризаційно-модуляційна спектроскопія поверхнево-плазмоннорезонансних процесів і радіаційних мод поверхневих плазмонів новостворених наноструктурованих плівок оксидів олова і цинку.

д) дослідження впливу газів, органічних сполук, біологічних об'єктів оточуючого середовища на фотолюмінесценцію, оптичні поглинання і відбиття, характеристики провідності, як функціональні адсорбційні характеристики досліджуваних НС із застосуванням попередньо визначених механізмів і характеристик зарядотранзитних процесів у них;

е) аналітична оцінка отриманих відомостей щодо фізичних і адсорбційних властивостей досліджуваних матеріалів, параметрів їх електронної підсистеми з використанням сучасних методик комп'ютерної обробки даних та визначення закономірностей, механізмів і характеристик оптичних і електронно-адсорбційних процесів.

6. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ ТА ЇХ НАУКОВА НОВИЗНА

6.1. Докладно представити очікувані результати - попередні описи теорій, концепцій, закономірностей, моделей, інших положень, що створюватимуться, змінюватимуться та/або доповнюватимуться авторами:

Будуть створені і вдосконалені методики виготовлення нових НС матеріалів на основі оксидів цинку та олова які базуються на модифікації золь-гель методу полімерними добавками з метою наноструктуризації одержуваних шарів діоксиду олова і оксиду цинку, а також методика виготовлення RuO₂ в матриці шпаристого скла.

Будуть отримані зразки НС RuO₂ в матриці шпаристого скла, плівок SnO₂ і ZnO з вихідних розчинів з варіюванням вмісту полімеру, прекурсору, а також при зміні температурних і часових чинників на різних етапах синтезу.

Будуть отримані нові матеріалознавчі відомості щодо впливу вмісту структуруючого полімеру, теплових та часових чинників, параметрів хімічних реакцій синтезу на структуру, топологію поверхні НС SnO₂, ZnO, RuO₂ в матриці шпаристого скла, що корелюють з їх електрофізичними і оптичними властивостями та впливають на адсорбційну здатність матеріалів.

Будуть встановлені типи нанорозмірної структури в новостворених плівках SnO₂ і ZnO, що створюють поверхневі електростатичні поля специфічного профілю, які сприяють адсорбції конкретних газів і органічних сполук (етанол, кетоніві сполуки тощо) та біологічних об'єктів (зокрема імунних клітин).

Будуть отримані нові матеріалознавчі відомості світового рівня щодо ФЛ, оптичного поглинання і відбиття, ВАХ, ППР процесів, темнотної провідності і впливу на них типу і вмісту структуруючих добавок у вихідних розчинах та інших технологічних характеристик, аналітично визначенні параметри характеристикації електронної підсистеми матеріалів (величини забороненої зони, концентрація носіїв, рухливість, енергії електронних рівнів відповідальних за ФЛ та вклад у адсорбційну чутливість, тощо).

На основі отриманих відомостей і розрахованих параметрів будуть визначені і застосовані механізми оптичних і зарядотранзитних процесів у нових НС матеріалах на основі оксидів цинку, олова, рутенію при контакті з аналітами, що зумовлюють адсорбційну чутливість.

Будуть встановлені нові закономірності зарядотранзитних процесів, що визначають подвійне використання НС оксидометалевих матеріалів в оптоелектронних і сенсорних пристроях, які будуть застосовані для визначення нових шляхів створення чутливих елементів для оптосенсорики і сенсорів, що працюють при кімнатній температурі, а також елементів оптоелектроніки.

6.2. Визначити, які з очікуваних результатів можуть бути науково-обґрунтованими та доведеними, спиратимуться на закономірності (і які саме) природи, а які - корисними методичними і технічними напрацюваннями на основі практичного досвіду: Всі очікувані результати будуть науково обґрунтованими та доведеними з точки зору фундаментальних природних закономірностей. А саме: Створені і вдосконалені методики виготовлення нових НС матеріалів на основі SnO₂, ZnO і RuO₂ ґрунтуватимуться на основних законах термодинаміки, періодичному законі, законі збереження маси та витікаючих з них принципів протікання хімічних реакцій. Отримані матеріалознавчі відомості щодо фотолюмінесценції, оптичного поглинання і відбиття, вольт-амперних характеристик, ППР процесів, темнотної провідності спиратимуться на основні закони взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною, принципи квантових механіки і електродинаміки, а також інші принципи фізики твердого тіла. Механізми і нові закономірності оптичних і зарядотранзитних процесів у нових НС на основі оксидів цинку, олова і рутенію при контакті з аналітами ґрунтуватимуться також на таких фундаментальних квантових принципах, як співвідношення невизначеностей Гейзенберґа, що веде до ефекту квантових обмежень.

Корисними методичними і технічними напрацюваннями на основі практичного досвіду стануть створені і вдосконалені методики виготовлення нових НС матеріалів на основі SnO₂, ZnO і RuO₂, визначенні параметри характеристикації електронної підсистеми матеріалів, встановлені типи нанорозмірної структури в новостворених НС оксидів цинку, олова і рутенію, що створюють

поверхневі електростатичні поля специфічного профілю, які сприяють адсорбції конкретних газів і органічних сполук, визначені механізми оптичних і зарядотранзитних процесів у нових НС на основі оксидів цинку, олова і рутенію при контакті з аналітами, що зумовлюють адсорбційну чутливість, встановлені нові закономірності зарядотранзитних процесів, що визначають подвійне використання досліджуваних матеріалів в оптоелектронних і сенсорних пристроях, а також визначені нові шляхи створення чутливих елементів для оптосенсорики і сенсорів, що працюють при кімнатній температурі.

6.3. Довести наукову новизну наведених положень на основі їх змістовного порівняння із існуючими аналогами у світовій науці на основі посилань на конкретні публікації (наведені у Таблиці 1), довести переваги результатів, які будуть отримані, над існуючими: Створені і вдосконалені методики синтезу нових НС SnO₂ і ZnO які базуються на модифікації золь-гель методу полімерними добавками і використанні металоорганічних прекурсорів мають наукову новизну з точки зору отримання шарів цих оксидів з оригінальною наноструктурою, яка відрізняється від заявлених в літературі [1-7]. Дослідження НС оксидів олова, цинку і рутенію в світі ведуться з точки зору використання їх лише для виконання однієї функції [1-10], тому пропонується підхід до вивчення фізичних властивостей і процесів з точки зору їх мультифункціонального використання має наукову новизну. Наукову новизну матимуть отримані відомості щодо впливу середовища на ФЛ характеристики НС діоксиду олова, досліджені його механізми закономірності, застосування яких дозволить використовувати ФЛ в цьому матеріалі, як функціональну сенсорну характеристику, на відміну розглядаємих в літературі резистивних сенсорних структур [1-3]. Наукову новизну матимуть результати вивчення ППР процесів і їх параметрів у НС SnO₂, ZnO методом ПМС на основі рівнянь Френеля, оскільки ППР процеси в них розглядаються лише з точки зору контролю показника переломлення [5]. Наукову новизну становить створення НС RuO₂ в матриці шпаристого скла, яка на відміну від використовуваних матриць поруватого кремнію є значно міцнішою, зберігає здатність електронів мігрувати з оксиду до кремнію і дозволяє створювати НС з суттєво більш розгорнутою питомою поверхнею в порівнянні з світовими результатами [8-10], що є принциповим при створенні каталітичних та сенсорних елементів.

7. ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ ДЛЯ ЕКОНОМІКИ ТА СУСПІЛЬСТВА

7.1. Обґрунтувати цінність очікуваних результатів для потреб розвитку країни та загальнолюдської спільноти: Нові шляхи створення чутливих елементів для оптосенсорики і сенсорів, що працюють при кімнатній температурі матимуть цінність для вирішення проблеми енергозбереження при конструюванні сенсорних пристроїв та ресурсозбереження за рахунок зменшення кількості етапів виготовлення чутливих шарів і відсутності потреби в коштовних плівкових платинових нагрівачах. Створені і вдосконалені методики виготовлення нових наноструктурованих матеріалів на основі оксидів цинку, олова і рутенію матимуть практичну цінність як мало коштовні способи отримання наноструктурованих оксидних матеріалів з подвійним використанням в оптоелектронних і сенсорних пристроях, що дозволить економити кошти, енергію і природні ресурси при отриманні сенсорів і елементів електронної техніки. Створені з використанням встановлених у роботі закономірностей і механізмів зарядотранзитних процесів мультифункціональні чутливі елементи сенсорів на основі оксидів металів стануть вкрай необхідними і цінними для потреб різних галузей промисловості, приладобудування, енергетики, а особливо для систем моніторингу здоров'я людини та стану навколишнього середовища.

7.2. Обґрунтувати цінність очікуваних результатів для світової та вітчизняної науки: Нові закономірності зарядотранзитних процесів у наноструктурованих тонкоплівкових оксидах цинку, олова і рутенію матимуть високу наукову цінність для розробки нових мультифункціональних матеріалів оптоелектроніки і сенсорики. Нові матеріалознавчі відомості світового рівня щодо фотолюмінесценції, оптичного поглинання і відбиття, вольт-амперних характеристик, поверхнево-плазмоннорезонансних процесів, темної провідності у НС олова і цинку, і впливу на них типу і вмісту структурних добавок у вихідних розчинах та інших технологічних характеристик, аналітично визначенні параметри характеристики електронної підсистеми матеріалів (величини забороненої зони, концентрація носіїв, рухливість, енергії електронних рівнів відповідальних за фотолюмінесценцію та вклад у адсорбційну чутливість, тощо), визначені механізми оптичних і зарядотранзитних процесів у нових наноструктурованих матеріалах на основі оксидів цинку, олова і рутенію при контакті з аналітами матимуть цінність

для створення з їх урахуванням адсорбційно-чутливих оксидних матеріалів науковими колективами.

Встановлені нові закономірності зарядотранзитних процесів, що визначають подвійне використання наноструктурованих оксидометалевих матеріалів в оптоелектронних і сенсорних пристроях, а також визначені принципово нові шляхи створення чутливих елементів для оптосенсорик і сенсорів, що працюють при кімнатній температурі, матимуть цінність для профільних наукових установ, які займаються розробкою сенсорів.

7.3. Довести цінність результатів для підготовки фахівців у системі освіти, зокрема наукових кадрів вищої кваліфікації, навести ПІБ та тематику кваліфікаційних робіт магістрантів, аспірантів і докторантів, що будуть брати участь у виконанні проекту з оплатою праці: Результати досліджень наноструктурованих тонкоплівкових оксидів цинку та олова будуть використані в подальших експериментальних дослідженнях та наукових розробках, в яких активно прийматимуть участь студенти-бакалаври, магістри, аспіранти і докторанти без оплати в межах своєї наукової роботи. Результати роботи будуть використані при підготовці дисертацій на здобуття ступеня доктор філософії за напрямом фізика і математика, а також будуть впроваджені у навчальний процес на кафедрі експериментальної фізики і фізики твердого тіла та твердотільної електроніки факультету математики фізики та інформаційних технологій Одеського національного університету імені І.І.Мечникова шляхом доповнення лекційних курсів «Фізичні основи оптоелектроніки» «Поверхневі явища в напівпровідниках» та практичних семінарських занять «Технологія напівпровідникових матеріалів».

За тематикою будуть захищені магістерські роботи: : «Дослідження впливу адсорбції газів на електропровідність наноструктурованих плівок SnO₂» (магістрант Негруца О.С.), : «Дослідження оптичних та електричних властивостей характеристики плівок оксиду цинку, отриманих хімічними методами» (магістрант Булига Ю.І.), «Дослідження впливу парів ізопропілового спирту та аміаку на електропровідність тонких плівок оксиду цинку» (магістрант Арікова Я.Г.) «Дослідження закономірностей синтезу наночастинок ZnO» (магістрант Березовенко О.) «Дослідження впливу власних і домішкових дефектів на люмінесцентні властивості наночастинок халькогенідів і окидів цинку та галію» (докторант Теплякова І.В.тощо.

7.4. Навести запланований перелік розробок, інформаційно-аналітичних матеріалів, рекомендацій, пропозиції тощо, що можуть бути передані для використання поза межами організації-виконавця на підставі укладання договорів, зокрема господарчих і грантових угод, продажу ліцензій тощо: Рекомендації щодо способів отримання наноструктурованих тонких плівок оксидів олова і цинку за рахунок модифікації золь-гель методу використанням полімерів у якості структуруючих добавок, а також отримання НС RuO₂ в матриці шпаристого кремнію, що можуть бути оформлені у вигляді патенту.

Дані аналітичних розрахунків основних електронних параметрів новостворених НС оксидів олова, цинку і рутенію.

Розрахункові та дослідницькі дані досліджень оптичних та адсорбційних властивостей новостворених НС оксидів олова, цинку і рутенію.

Пропозиції щодо застосування встановлених нових закономірностей оптичних, електронно-алсорбційних процесів у НС на базі SnO₂, ZnO і RiO₂ подвійного призначення

8. ФІНАНСОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИТРАТ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ

8.1. Обсяг витрат на заробітну плату (розрахунок фонду оплати праці за кількістю працівників, залучених до виконання (загальний):

Обсяг витрат на заробітну плату складає 2546,5 тис. грн. (нарахування на заробітну плату складає 560,2 тис. грн. , 22% від ЗП).

Зокрема, на перший рік (01.01.2020-31.12.2020 р.)= 803,0 тис. грн. (нарахування на заробітну платню 22% від ЗП- складає 176,7 тис. грн.).

- Гол.н.с. д-р.н., (0,5) 20 т.р. (7651,0 грн +20% за почесне звання 1530,2 грн + 25% за вчену ступінь д-ра наук 1912,8 грн, 33% за вчене звання проф. 2524,8 грн.+ 30% за стаж роботи 2295,3 грн.)=15914,1 x 0.5= 7957,1 x 12 =95484,2 грн;

- Гол.н.с. д-р.н., (0,5) 20 т.р. (7651,0 грн + 25% за вчену ступінь д-ра наук 1912,8 грн, 33% за вчене звання проф. 2524,8 грн.+ 30% за стаж роботи 2295,3 грн.)=14383,9 x 0.5= 7192,0 x 12 =86304 грн;

Пров. н.с., канд.наук. (1) 19 т.р. (7189,0 грн. + 30% за стаж роботи 2156,7 грн. + 15 % за вчену ступінь канд. наук 1078,4 + 25% за вчене звання ст.н.с 1797,3 грн.)=12221,4x12=146656,8

Пров. н.с., канд.наук. (0,5) 19 т.р. (7189,0 грн. + 30% за стаж роботи 2156,7 грн. + 15 % за вчену ступінь канд. Наук 1078,4 + 25% за вчене звання ст.н.с 1797,3 грн.) = 12221,4 x 0,5 = 6110,7x12 = 73328,4

- Зав. НДЛ, ст..н.с. канд..наук, 18 т.р.(1) (6747,0 грн +30% за стаж роботи 2024,1 грн.+15 % за вчену ступінь канд. наук 1012,1 грн.+ 25 % за вчене звання ст.н.с. 1686,8) = 11470 грн. x 12= 137640 грн.

- Ст.н.с. к.н., (1) 18 т.р. (6747,0 грн +20% за стаж роботи 1349,4 грн + 15 % за вчену ступінь канд. наук 1012,1 грн.) = 9108,5 грн. x 12 = 109302,0 грн

Ст.н.с. к.н., (0,5) 18 т.р. (6747,0 грн +20% за стаж роботи 1349,4 грн + 15 % за вчену ступінь канд. наук 1012,1 грн.) = 9108,5 грн. x 0,5 = 4554,3 x 12 = 54651,6 грн

Ст.н.с. (1) 17 т.р. (6306,0 грн +30% за стаж роботи 1891,8 грн) = 8197,8 грн. x 12 = 98193,6 грн. Разом за перший рік - 803,3 тис. грн. (нарахування на заробітну платню 22% від ЗП- складає 176,7 тис. грн.).

На другий рік (01.01.2021-31.12.2021 р.). -849,1 тис. грн. (нарахування на заробітну платню 22% від ЗП- складає 186,8 тис.грн-

- Гол.н.с. д-р.н., (0,5) 20 т.р. (8263,0 грн +20% за почесне звання 1652,6 грн + 25% за вчену ступінь д-ра наук 2065,8 грн, +33% за вчене звання проф. 2726,8 грн.+ 30% за стаж роботи 2478,9 грн.)=17187,1 x 0.5= 8593,6 x 12 =103123,2 грн;

- Гол.н.с. д-р.н., (0,5) 20 т.р. (8263,0 грн + 25% за вчену ступінь д-ра наук 2065,8 грн, +33% за вчене звання проф. 2726,8 грн.+ 30% за стаж роботи 2478,9 грн.)=15534,5 x 0.5= 7767,3 x 12 =93207,6 грн;

Пров. н.с., канд.наук. (1) 19 т.р. (7763,0 грн. + 30% за стаж роботи 2328,9 грн. + 15 % за вчену ступінь канд. наук 1164,5 грн+ 25% за вчене звання ст.н.с 1940,8 грн.)=13197,2 x 12=158366,4

Пров. н.с., канд.наук. (0,5) 19 т.р. (7763,0 грн. + 30% за стаж роботи 2328,9 грн. + 15 % за вчену ступінь канд. наук 1164,5 грн + 25% за вчене звання ст.н.с 1940,8 грн.) = 13197,2 x 0,5 = 6598,6 x12 =79183,2 грн.

- Зав. НДЛ, ст..н.с. канд..наук, 18 т.р.(1) (7287,0 грн +30% за стаж роботи 2186,1 грн +15 % за вчену ступінь канд. наук 1093,1 грн.+ 25 % за вчене звання ст.н.с. 1821,8) = 12388 грн. x 12= 148656 грн.

- Ст.н.с. к.н., (1) 18 т.р. (7287,0 грн + 20 % за стаж роботи 1457,4 грн +15 % за вчену ступінь канд. наук 1093,1 грн.) = 9837,5 грн. x 12 = 118050,0 грн

Ст.н.с. к.н., (0,5) 18 т.р. (7287,0 грн + 20 % за стаж роботи 1457,4 грн +15 % за вчену ступінь канд. наук 1093,1 грн..) = 9837,5 грн. x 0,5 = 4918,8 x 9 = 44269,2 грн

Ст.н.с. (1) 17 т.р. (6810,0 грн +30% за стаж роботи 2043,0 грн) = 8853,8 грн. x 12 = 106236,0 грн

Разом за другий рік 849,1 тис. грн. (нарахування на заробітну платню 22% від ЗП- складає186,8 тис. грн.).

На третій рік (01.01.2022-31.12.2022 р.) 894,1 тис. грн. (нарахування на заробітну платню 22% від ЗП- складає 196,7 тис. грн.).

- Гол.н.с. д-р.н., (0,5) 20 т.р. (8900,0 грн +20% за почесне звання 1780,0 грн + 25% за вчену ступінь д-ра наук 2225,0 грн, 33% за вчене звання проф. 2937,0 грн.+ 30% за стаж роботи 2670,0 грн.)=18512,0 x 0.5= 9256,0 x 12 =111072,0 грн;

- Гол.н.с. д-р.н., (0,5) 20 т.р. (8900,0 грн + 25% за вчену ступінь д-ра наук 2225,0 грн, 33% за вчене звання проф. 2937,0 грн.+ 30% за стаж роботи 2670,0 грн.)=16732,0 x 0.5= 8366,0 x 12 =100392 грн;

Пров. н.с., канд.наук., ст..н.с. (1) 19 т.р. (8362,0 грн + 15% за вчену ступінь 1254,3 грн, + 25% за вчене звання ст.н.с 2090,5 грн +.30% за стаж роботи 2508,6 грн) = 14235,4 грн x 12 = 170824,8 грн.

Пров. н.с., канд.наук.,ст..н.с. (0,5) 19 т.р. (8362,0 грн + 15% за вчену ступінь 1254,3 грн, + 25% за вчене звання ст.н.с 2090,5 грн +.30% за стаж роботи 2508,6 грн) = 14235,4 грн x 0,5=7326,8 x 11 = 78085,6 грн

- Зав. НДЛ, ст..н.с. канд..наук, 18 т.р.(1) (7848,0 грн +30% за стаж роботи 2354,4 грн + 15% за наук. ст. 1177,2 грн + 25 % за вчене звання ст.н.с. 1962) = 13341,6 грн. x 12= 160099,2 грн.

- Ст.н.с. к.н., (1) 18 т.р. (7848,0 грн +20% за стаж роботи 1569,6 грн + 15% за наук. ст. 1177,2 грн) = 10594,8 грн. x 12 = 127137,6 грн

Ст.н.с. к.н., (0,5) 18 т.р. (7848,0 грн +20% за стаж роботи 1569,6 грн + 15% за наук. ст. 1177,2 грн) = 10594,8 грн. x 0,5 = 5297,4 x 6 = 31784,4 грн

Ст.н.с. (1) 17 т.р. (7335,0 грн +30% за стаж роботи 2200,5 грн) = 9535,5 грн. x 12 = 114426,0 грн
Разом за третій рік -894,1 тис. грн. (нарахування на заробітну платню 22% від ЗП- складає 196,7 тис. грн.).

Разом за три роки (01.01.2020-31.12.2022 р.) 2546,5 тис. грн. (нарахування на заробітну плату складає 560,2 тис. грн. , 22% від ЗП).

8.2. Обсяг витрат на матеріали, обладнання та інвентар, орієнтовний розрахунок (загальний):

На оплату матеріалів, обладнання та інвентарю для виконання проекту знадобиться 437,4 тис. грн., у тому числі за роками:

перший рік (01.01.2020-31.12.2020 р.) - 138,0 тис. грн., у тому числі: (хім. реактиви: - 2,0 тис.грн., : лазерні діоди - 10,0 тис. грн., цифровий осцилограф - 38,0 тис.грн., фотоприймачі ІЧ-області спектра - 9,0 тис грн, планшет - 11,0 тис.грн., мікроконтролер - 4,0 тис. грн., мікросхеми - 12,0 тис. грн.. , АЦП -7,0 тис. грн., GSM -модем 4,0 тис. грн., рідкокристалічні табло індикації -1,0 тис. грн., спеціалізовані цифрові процесори 12,0 тис. грн., дискретні елементи - 9,0 тис. грн., електронні компоненти, печатні плати -8,0 тис. грн., оптичні елементи -3,0 тис. грн., канцелярські товари та картриджі - 5,0 тис. грн., USB - накопичувачі -3,0 тис. грн.)

другий рік (01.01.2021-31.12.2021 р.) - 145,8 тис. грн., у тому числі: (хім. реактиви: - 2,0 тис.грн., : лазерні діоди - 11,0 тис. грн., ком п'ютер -40,0 тис.грн., фотоприймачі ІЧ-області спектра - 10,0 тис грн, принтер - 11,8 тис.грн., мікроконтролер - 4,0 тис. грн., мікросхеми - 13,0 тис. грн.. , АЦП -7,0 тис. грн., GSM -модем 4,0 тис. грн., рідкокристалічні табло індикації -1,0 тис. грн., спеціалізовані цифрові процесори 13,0 тис. грн., дискретні елементи - 9,0 тис. грн., електронні компоненти, печатні плати -9,0 тис. грн., оптичні елементи -3,0 тис. грн., канцелярські товари та картриджі - 5,0 тис. грн., USB - накопичувачі -3,0 тис. грн.)

третій рік (01.01.2022-31.12.2022 р.) - 153,6 тис.грн., у тому числі: (мультифункціональний тепловізор Satir RK-160 - 54,00 тис.грн., : хім. реактиви: - 2,0 тис.грн., : лазерні діоди - 8,0 тис. грн., фотоприймачі ІЧ-області спектра - 9,0 тис грн, ноутбук- 16,0 тис.грн., мікроконтролер - 4,0 тис. грн., мікросхеми - 12,0 тис. грн.. , АЦП -6,0 тис. грн., GSM -модем 3,6 тис. грн., рідкокристалічні табло індикації -1,0 тис. грн., спеціалізовані цифрові процесори 10,0 тис. грн., дискретні елементи - 9,0 тис. грн., електронні компоненти, печатні плати -8,0 тис. грн., оптичні елементи -3,0 тис. грн., канцелярські товари та картриджі - 5,0 тис. грн., USB - накопичувачі -3,0 тис. грн.)

Разом за три роки (01.01.2020-31.12.2022 р.) 437,4 тис. грн.

8.3. Обсяг витрат на енергоносії, інші комунальні послуги (загальний):

На оплату комунальних послуг та енергоносіїв - утримання приміщень та обладнання, теплопостачання (81,5 Гкал.), електропостачання (40064 кВт«ч), водопостачання і водовідведення (927,2 куб. м) - 7,9% від річного обсягу (теплоенергія - 5,0%, електроенергія - 2% и водопостачання - 0,9 %)

Всього: 221,9 тис. грн., у тому числі за роками:

перший рік (01.01.2020-31.12.2020 р.) -70,00 тис. грн.

другий рік (01.01.2021-31.12.2021 р.) - 74,00 тис. грн

третій рік (01.01.2022-31.12.2022 р.) - 77,9 тис. грн.

Разом за три роки (01.01.2020-31.12.2022 р.) -221,9 тис.грн.

8.4. Інші витрати (за видами, із обґрунтуванням їх необхідності (загальний):

Витрати на публікацію статей, патентів та відрядження (загальний термін 54 доби) безпосередніх виконавців у місто Київ (Інституті проблем матеріалознавства НАН України, для узгодження досліджень та проведення експериментів на обладнанні компанії «Токіо Боекі Ltd». МННФТЦ за угодою від 24.12.2009 року є користувачем цього обладнання. Для виконання проекту буде також використовуватись дослідницьке обладнання наукових центрів колективного користування (Інститут фізики НАН України, Інститут фізики напівпровідників ім.. В.Є. Лашкарьова НАН України) на підставі того, що МННФТЦ є спільним підрозділом МОН і НАН України. у тому числі за роками:

Оплата послуг (крім комунальних) за оформлення та публікацію статей і патентів всього: 79,2 тис.грн

перший рік (01.01.2020-31.12.2020 р.) - 25,0 тис. грн.

другий рік (01.01.2021 -31.12.2021 р.) - 26,4 тис. грн.,
 третій рік (01.01.2022 -31.12.2022 р.) - 27,8 тис. грн.
 Разом за три роки (01.01.2020-31.12.2022 р.) - 79,2 тис. грн.

Видатки на відрядження всього: 60,3 тис.грн
 перший рік (01.01.2020-31.12.2020 р.) -19,0 тис. грн.,
 другий рік (01.01.2021 -31.12.2021 р.) - 20,1 тис. грн.,
 третій рік (01.01.2022 -31.12.2022 р.) - 21,2 тис. грн.
 Разом за три роки (01.01.2020-31.12.2022 р.) - 60,3 тис. грн.

Накладні витрати 2020-2022рр. - 532,6 тис.грн.

перший рік (01.01.2020-31.12.2020 р.) - 168,0 тис.грн.; другий рік (01.01.2021-31.12.2021 р.) - 177,6 тис грн.; третій рік(01.01.2019-31.12.2019 р.) - 187,0 грн.

Разом за три роки -532,6 тис. грн.

8.5. Зведений кошторис проекту (загальний):

Видатки та надання кредитів	Коди	ВСЬОГО	2020 рік	2021 рік	2022 рік
Заробітна плата	2111	2546,5	803,3	849,1	894,1
Нарахування на оплату праці	2120	560,2	176,7	186,8	196,7
Предмети, матеріали, обладнання та інвентар	2210	437,4	138,0	145,8	153,6
Оплата послуг (крім комунальних)	2240	79,2	25,0	26,4	27,8
Видатки на відрядження	2259	60,3	19,0	20,1	21,2
Оплата комунальних послуг та енергоносіїв	2270	221,9	70,0	74,0	77,9
Накладні видатки		532,6	168,0	177,6	187,0
Всього видатків		4438,1	1400,0	1479,8	1558,3

8.6. Перелік обладнання (із зазначенням цін та виробників), необхідного для виконання наукової роботи, науково-технічної (експериментальної) розробки:

-

9. ДОРОБОК ТА ДОСВІД АВТОРІВ ЗА ТЕМАТИКОЮ ПРОЕКТУ

9.1. Зазначити h-індекс та загальну кількість цитувань наукових публікацій керівника проекту згідно БД Scopus або Web of Science Core Collection (WoS) (Google Scholar для соціо-гуманітарних наук) та веб-адресу його відповідного авторського профілю і Author ID:

Гевелюк Сергій Анатолійович h-індекс (Scopus) 7, загальна кількість цитувань 120,
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602640563>, Author ID 6602640563

9.2. Зазначити сумарний h-індекс та загальну кількість цитувань наукових публікацій 5-ти основних авторів проекту (крім керівника) згідно БД Scopus або WoS (Google

Scholar для соціо-гуманітарних наук) та веб-адреси їх відповідних авторських профілів і Authors ID:

Сминтина Валентин Андрійович h-індекс (Scopus) 18, загальна кількість цитувань 924,

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701775988>, Author ID 6701775988

Ніцук Юрій Андрійович h-індекс (Scopus) 5, загальна кількість цитувань 73,

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506875593>, Author ID 6506875593

Дойчо Игорь Константинович h-індекс (Scopus) 4, загальна кількість цитувань 41,

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=25027246800>, Author ID 25027246800

Бритаўський Євген Вікторович h-індекс (Scopus) 4, загальна кількість цитувань 27,

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=42460918000>, Author ID 42460918000

Терещенко Алла Володимирівна h-індекс (Scopus/WoS) 5, загальна кількість цитувань 152,

<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190338133>, Author ID 57190338133

Сумарний h-індекс (Scopus): 36, загальна кількість цитувань 1217

10. НАУКОВІ ДОРОБОК ТА ДОСВІД АВТОРІВ ЗА НАПРЯМОМ ПРОЕКТУ

(за попередні 5 років (включно з роком подання запиту)

10.1. Перелік статей у журналах, що входять до науково-метричних баз даних WoS та/або Scopus з індексом SNIP $\geq 0,4$ (Source Normalized Impact Per Paper) (або для соціо-гуманітарних наук з індексом SNIP > 0)

Таблиця 2

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; обрати прізвища авторів, які належать до списку авторів, індекс SNIP видань (Source Normalized Impact Per Paper)	Наукометр. база даних	Індекс SNIP
1	<u>Brytavskyi, L.</u> , Hušeková, K., Myndrul, V., Pavlenko, M., Coy, E., Zaleski, K., Gregušová, D., Yate, L., <u>Smyntyna, V.</u> , Iatsunskyi, I. Effect of porous silicon substrate on structural, mechanical and optical properties of MOCVD and ALD ruthenium oxide nanolayers// Applied Surface Science. - 2019. - 471. - pp. 686-693.- https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85058005060&doi=10.1016%2Fj.apsusc.2018.12.022&partnerID=40&md5=d3e64d620dc548079f6c4ece7735d927.%2D DOI: 10.1016/j.apsusc.2018.12.022	Scopus/ WoS	1,326
2	Genys, P., Aksun, E., <u>Tereshchenko, A.</u> , Valiūnienė, A., Ramanaviciene, A., Ramanavicius, A., Electrochemical deposition and investigation of poly-9,10-phenanthrenequinone layer. Nanomaterials, V. 9, Iss.5, 2019, 702	Scopus/ WoS	1,112
3	Graniel, O.; Fedorenko, V.; Viter, R.; Iatsunskyi, I.; Nowaczyk, G.; Weber, M.; Załęski, K.; Jurga, S.; <u>Smyntyna, V.</u> ; Miele, P.; et al. Optical properties of ZnO deposited by atomic layer deposition (ALD) on Si nanowires. Mater. Sci. Eng. B 2018, 236, 139-146. https://doi.org/10.1016/j.mseb.2018.11.007	Scopus/ WoS	1,079
4	<u>Tereshchenko, A.</u> , <u>Smyntyna, V.</u> , Ramanavicius, A. Interaction mechanism between TiO ₂ nanostructures and bovine leukemia virus proteins in photoluminescence-based immunosensors// RSC Advances.- 2018.- 8 (66).- pp. 37740-37748.- https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85056872058&doi=10.1039%2Fc8ra07347c&partnerID=40&md5=092bfbf9c7825d86333681b74cf5324b .DOI: 10.1039/c8ra07347c	Scopus/WoS	0,81

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; обрати прізвища авторів, які належать до списку авторів, індекс SNIP видань (Source Normalized Impact Per Paper)	Наукометр. база даних	Індекс SNIP
5	V. Myndrul, R. Viter, M. Savchuk, N. Shpyrka, D. Erts, D. Jevdokimovs, V. Silami, <u>V. Smyntyna</u> , A. Ramanavicius, I. Iatsunsky. Porous silicon based photoluminescence immunosensor for rapid and highly-sensitive detection of Ochratoxin A April 2018 Biosensors & Bioelectronics 102:661-667, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29175228	Scopus/WoS	1,635
6	<u>A. Tereshchenko</u> , V. Fedorenko, <u>V. Smyntyna</u> , I. Konup, A. Konup, M. Eriksson, R. Yakimova, A. Ramanavicius, S. Balme and M. Bechelany, ZnO Films Formed by Atomic Layer Deposition as an Optical Biosensor Platform for the Detection of Grapevine Virus A-type Proteins, Biosensors and Bioelectronics 92 (2017) 763-769. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956566316309563	Scopus/WoS	1,635
7	Fedorenko, V., Bechelany, M., Janot, JM. <u>Smyntyna V.</u> , Balme S. Large-scale protein/antibody patterning with limiting unspecific adsorption, J Nanopart Res (2017) 19: 351. https://doi.org/10.1007/s11051%2D017%2D4053%2Dx	Scopus/WoS	0,555
8	Roman Viter, <u>Alla Tereshchenko</u> , Valentyn <u>Smyntyna</u> , Julia Ogorodniichuk, Nickolay Starodub, Rositsa Yakimova, Volodymyr Khranovskyy, Arunas Ramanavicius, Toward Development of Optical Biosensors Based on Photoluminescence of TiO2 Nanoparticles for the Detection of Salmonella, Sensors & Actuators: B. Chemical 252 (2017) 95-102, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925400517309620	Scopus/WoS	1,472
9	Myndrul V, Viter R, Savchuk M, Koval M, Starodub N, Silamikelis V, <u>Smyntyna V</u> , Ramanavicius A, Iatsunskyi I. Gold coated porous silicon nanocomposite as a substrate for photoluminescence-based immunosensor suitable for the determination of Aflatoxin B1. Talanta. 2017 Dec 1;175:297-304. doi: 10.1016/j.talanta.2017.07.054. Epub 2017 Jul 20.	Scopus/WoS	1,270
10	M. Pavlenko, E. L. Coy, M. Jancelewicz, K. Załęski, <u>V. Smyntyna</u> , S. Jurga and I. Iatsunskyi Enhancement of optical and mechanical properties of Si nanopillars by ALD TiO2 coating. RSC Adv., 2016,6, 97070-97076, http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/ra/c6ra21742g#!divAbstract	Scopus/WoS	0,785
11	<u>A. Tereshchenko</u> , M. Bechelany, R. Viter, V. Khranovskyy, <u>V. Smyntyna</u> , N. Starodub, R. Yakimova, Optical Biosensors Based on ZnO Nanostructures: Advantages and Perspectives. A Review, Sensors and Actuators B 229 (2016) 664-677, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925400516300995	Scopus/WoS	1,472
12	D. Sodzel, V. Khranovskyy, V. Beni, A. P. F. Turner, R. Viter, M. O. Eriksson, P.-O. Holtz, J.-M. Janot, M. Bechelany, S. Balme, <u>V. Smyntyna</u> , E. Kolesneva, L. Dubovskaya, I. Volotovskii, A. Ubelis, R. Yakimova. Continuous sensing of hydrogen peroxide and glucose via quenching of the UV and visible luminescence of ZnO	Scopus/WoS	1,087

№	Повні дані про статті з веб-адресою електронної версії; обрати прізвища авторів, які належать до списку авторів, індекс SNIP видань (Source Normalized Impact Per Paper)	Наукометр. база даних	Індекс SNIP
	nanoparticles. Microchim Acta (2015) 182(9): pp 1819-1826. https://doi.org/10.1007/s00604%2D015%2D1493%2D9		
13	Iatsunskyi, I.; Nowaczyk, G.; Jurga, S.; Fedorenko, V.; Pavlenko, M.; <u>Smyntyna, V.</u> One and two-phonon Raman scattering from nanostructured silicon. Optik 2015, 126, 1650-1655 https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2015.05.088	Scopus/WoS	0,835
14	R. Viter, Z. Balevicius, A. Abou Chaaya, I. Baleviciute, S. Tumenas, L. Mikoliunaite, A. Ramanavicius, Z. Gertnere, A. Zalesska, V. Vataman, <u>V. Smyntyna</u> , D. Erts, P. Miele M. Bechelany. The influence of localized plasmons on the optical properties of Au/ZnO nanostructures. J. Mater. Chem. C, 2015, 3, 6815-6821, http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/tc/c5tc00964b#!divAbstract	Scopus/WoS	1,162
15	I Iatsunskyi, M Kempinski, M Jancelewicz, K Załęski, S Jurga, <u>V Smyntyna</u> , Structural and XPS characterization of ALD Al ₂ O ₃ coated porous silicon, Vacuum 113,2015/3/31, 52-58, https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2014.12.015	Scopus/WoS	1,118
16	Viter R.; Abou Ch. A.; Iatsunskyi I; Nowaczyk G.; Kovalevskis K; Erts D.; Miele P.; <u>Smyntyna V.</u> ; Bechelany, M., Tuning of ZnO 1D Nanostructures by Atomic Layer Deposition and Electrospinning for Optical Gas Sensor Applications // Nanotechnology, (2015) V.26, № 10 105501. doi:10.1088/0957-4484/26/10/105501. http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0957%2D4484/26/10/105501/meta	Scopus/WoS	0,966

10.2. Статті, що входять до науково-метричних баз даних WoS або Scopus, які не ввійшли до п.10.1 (або Index Copernicus для соціо-гуманітарних наук) та патенти України або інших країн на винахід або промисловий зразок

Таблиця 3

№	Повні дані про статті (патенти) з веб-адресою електронної версії; позначити прізвища авторів, які належать до списку авторів
1	Патент України на винахід №119092, Сенсор аміаку: МПК G01N 21/64 (2006.01) / Гевелюк С.А., Дойчо І.К., Лепіх Я.І.; зареєстровано у Держреєстрі патентів на винаходи 25.04.2019. http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=257599
2	Патент України на винахід №118415, Сенсор парів хлористого водню: МПК G01N 21/76 (2006.01) / Лепіх Я.І., Дойчо І.К., Гевелюк С.А.; зареєстровано у Держреєстрі патентів на винаходи 10.01.2019 http://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=254219
3	Патент України № 106203, Спосіб виявлення інфрачервоного випромінювання, Опубліковано: 25.04.2016, Автори: Будіянська Л. М., Іванченко І. О., <u>Сминтина В. А.</u> , Сантоній В. І. http://uapatents.com/9%2D106203%2Dsposib%2Dviyavlennya%2Dinfrachervonogo%2Dviprominyuvannya.html
4	Патент України № 98703, Спосіб отримання наноструктур кремнію неелектролітичним травленням, Опубліковано: 12.05.2015, Автори: Рімашевський О. А., Яцунський І. Р., <u>Сминтина В. А.</u> , Павленко М. М.

№	Повні дані про статті (патенти) з веб-адресою електронної версії; позначити прізвища авторів, які належать до списку авторів
	http://uapatents.com/5%2D98703%2Dsposib%2Dotrimannya%2Dnanostruktur%2Dkremniyu%2Dneeelektrolitichnim%2Dtravlennyam.html
5	Nitsuk, Y.A., Kiose, M.I., Vaksman, Y.F., Smyntyna, V.A., Yatsunskyi, I.R. Optical Properties of CdS Nanocrystals Doped with Zinc and Copper// Semiconductors. – 2019. – 53 (3). – pp. 361-367. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85064902835&doi=10.1134%2fS1063782619030138&partnerID=40&md5=2e1354d9bc560b6df66d7ac5aa98db1a . - DOI: 10.1134/S1063782619030138
6	Filevska, L., Chebanenko, A., Klochkov, M., Grinevich, V., Smyntyna, V. Optical Phenomena in Nanoscale Tin Dioxide Films Obtained by Means of Polymers// Springer Proceedings in Physics.-2019.- 222.- pp. 87-93.- https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85072101031&doi=10.1007%2f978%2D3%2D030%2D17755%2D3_5&partnerID=40&md5=e85483b05340afac548c89fff3ca5564 .- DOI: 10.1007/978-3-030-17755-3_5
7	Ya.I. Lepikh, V.A. Borshchak, N.M., Smyntyna V.A., Brytavskyi Ye.V. Processing of image in optical and X-ray radiation range by the sensor based on nonideal heterojunction, Proceedings of the 8-th INT. CONF. ON ADVANCED OPTOELECTRONICS AND LASERS (CAOL-2019) September 06 - 08, 2019 SOZOPOL, BULGARIA, P61, to be published
8	Gevelyuk S.A., Grinevych V.S., Doycho I.K., Lepikh Ya.I., Filevska L. M. Photoluminescence of SnO ₂ nanoparticle ensemble in porous glass with column structure, Proceedings of 8-th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED OPTOELECTRONICS AND LASERS (CAOL-2019) September 06 - 08, 2019 SOZOPOL, BULGARIA, P101, to be published.
9	Grinevych, V., Filevska, L., Smyntyna, V., Ulug, B. Temperature studies of luminescence in nanosize SnO ₂ films// Springer Proceedings in Physics.- 2018.- 210.- pp. 265-271.- https://link.springer.com/chapter/10.1007/978%2D3%2D319%2D91083%2D3_18 , DOI: 10.1007/978-3-319-91083-3_18
10	Grinevych, V., Smyntyna, V., Filevska, L. Nanostructured SnO ₂ as CBRN safety material, NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology.- 2018.- pp. 107-127. - https://www.springer.com/gp/book/9789402413038 , DOI: 10.1007/978-94-024-1304-5_9
11	Nitsuk, Y.A. & Vaksman, Y.F. Electrical properties of ZnSe crystals doped with transition elements Semiconductors (2017) 51: 751. https://doi.org/10.1134/S1063782617060239
12	Nitsuk, Y.A. & Vaksman, Y.F. Optical and photoelectric properties of ZnSe:Ti crystals Semiconductors (2017) 51: 571. https://doi.org/10.1134/S1063782617050190 IF 0,602
13	V. Grinevych, V. Smyntyna, L. Filevska, S. Savin, B. Ulug. Thermogravimetric study of nano SnO ₂ precursors. Nanophysics, Nanomaterials, Interface Studies, and Applications, Selected Proceedings of the 4th International Conference Nanotechnology and Nanomaterials (NANO 2016), August 24-27, 2016, Lviv, Ukraine, Olena Fesenko and Leonid Yatsenko (Editors), Springer Proceedings in Physics 195, Springer International Publishing AG 2017, p.53-61, DOI 10.1007/978-3-319-56422-7_5, http://www.readcube.com/articles/10.1007/978%2D3%2D319%2D56422%2D7_5
14	Myndrul, V.; Viter, R.; Savchuk, M.; Koval, M.; Starodub, N.; Silamikelis, V.; Smyntyna, V.; Ramanavicius, A.; Iatsunskyi, I. Gold coated porous silicon nanocomposite as a substrate for photoluminescence-based immunosensor suitable for the determination of Aflatoxin B1. Talanta 2017, 175, 297-304. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28841993
15	Iatsunskyi, I.; Myndrul, V.; Smyntyna, V.; Viter, R.; Melnyk, Y.; Pavlova, K. Porous silicon photoluminescence biosensor for rapid and sensitive detection of toxins. In Proceedings of the Organic Sensors and Bioelectronics X, San Diego, CA, USA, 6-10 August 2017; Shinar, R., Kymissis, I., Torsi, L., Eds.; SPIE: Bellingham, DC, USA, 2017; p. 28. https://doi.org/10.1117/12.2273144

№	Повні дані про статті (патенти) з веб-адресою електронної версії; позначити прізвища авторів, які належать до списку авторів
16	<u>V.S. Grinevych, L.M. Filevska, V.A. Smyntyna, M.O. Stetsenko, S.P. Rudenko, L.S. Maksimenko, and B.K. Serdega.</u> Characterization of SnO ₂ Sensors Nanomaterials by Polarization Modulation Method. "Nanomaterials for Security, NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology. J. Bonca, S. Kruchinin (eds.), Springer Science+Business Media Dordrecht 2016, p.259-266. DOI 10.1007/978-94-017-7593-9_20
17	<u>A.V. Tereshchenko, V.A. Smyntyna, I.P. Konup, S.A. Geveliuk, M.F. Starodub,</u> Metal oxide based biosensors for the detection of dangerous biological compounds, Springer Science+Business Media Dordrecht 2016, Nanomaterials for Security, NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology, 2016, Chapter 22, 281-288, DOI 10.1007/978-94-017-7593-9_22 http://www.springer.com/us/book/9789401775915
18	<u>I. Brytavskiy, V. Smyntyna, V. Borschak</u> Morphological features of nanostructured sensor for X-ray and optical imaging, based on nonideal heterojunction Springer Science+Business Media Dordrecht 2016 J. Bonca, S. Kruchinin (eds.), "Nanomaterials for Security, NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology DOI 10.1007/978-94-017-7593-9_18. pp 227-238. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978%2D94%2D017%2D7593%2D9_18
19	<u>Iatsunskiy, I.; Jancelewicz, M.; Nowaczyk, G.; Kempinski, M.; Peplińska, B.; Jarek, M.; Załęski, K.; Jurga, S.; Smyntyna, V.</u> Atomic layer deposition TiO ₂ coated porous silicon surface: Structural characterization and morphological features. Thin Solid Films 2015, 589, 303–308. https://doi.org/10.1016/j.tsf.2015.05.056
20	<u>Iatsunskiy, I.; Pavlenko, M.; Viter, R.; Jancelewicz, M.; Nowaczyk, G.; Baleviciute, I.; Załęski, K.; Jurga, S.; Ramanavicius, A.; Smyntyna, V.</u> Tailoring the structural, optical, and photoluminescence properties of porous silicon/TiO ₂ nanostructures. J. Phys. Chem. C 2015, 119, 7164–7171. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jpcc.5b01670

10.3. Опубліковані за темою проекту статті у журналах, що входять до переліку фахових видань України та мають ISSN, статті у закордонних журналах, що не увійшли до пп.10.1-10.2, а також англomовні тези доповідей у матеріалах міжнародних конференцій, що індексуються науково-метричними базами даних WoS або Scopus (або Index Copernicus для соціо-гуманітарних наук) та охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності, які не увійшли до п. 10.2

Таблиця 4

№	Повні дані про статті, тези доповідей та охоронні документи з веб-адресою електронної версії; позначити прізвища авторів, зі списку розділу 13
1	<u>Chebanenko A.P., Filevska L.M., Grinevych V.S., Smyntyna V.A.</u> «The sensitivity to moisture peculiarities of nanoscale tin dioxide films obtained by means of polymers». Book of Abstracts of the 7th International, Conference Nanotechnology, and Nanomaterials (NANO2019), August 27-30, 2019, Lviv, p.61.
2	<u>Ie V Brytavskiy, V B Myndrul, M M Pavlenko, V.Smyntyna, A. V. Tereschenko</u> FABRICATION OF SILICON NANOPILLAR STRUCTURES COVERED WITH ZINC AND TITAN OXIDES FOR SOLAR ENERGY AND BIOSENSOR APPLICATIONS / 9th Ukrainian - Polish Conference "Electronics and information technologies" (Lviv - Chynadiyevo, Ukraine, August 28-31, 2017).,
3	<u>Ie V Brytavskiy, A. V. Tereschenko, V B Myndrul, M M Pavlenko, V.Smyntyna,</u> APPLICATION OF SILICON PILLAR-NANOSTRUCTURES WITH ZINC AND TITAN OXIDES COVERAGE FOR SOLAR ENERGY AND BIOSENSOR DEVICES. Photoelectronics/ 26 (2017), p. 62-67 http://journals.uran.ua/index.php/0235%2D2435/article/view/125995/120628
4	<u>Chebanenko A.P., Filevska L.M., Grinevych V.S., Simanovich N.S., Smyntyna V.A.</u> The humidity and structuring additives influence on electrophysical characteristics of tin dioxide films,

№	Повні дані про статті, тези доповідей та охоронні документи з веб-адресою електронної версії; позначити прізвища авторів, зі списку розділу 13
	Photoelectronics/ 26 (2017), p.5-10 http://phys.onu.edu.ua/journals/photoele/
5	<u>V.A. Smyntyna</u> , V.M. Skobeeva, N.V. Malushin, V.G. Tkachenko, V.A. Ulyanov, and M.B. Makarova Nanocomposites of plasmon nanoparticles with dyes and biological objects, Frontiers in Optics 2017, OSA Technical Digest (online) (Optical Society of America, 2017), paper JTu2A.56, https://doi.org/10.1364/FIO.2017.JTu2A.56
6	<u>V. S. Grinevych</u> , L. M. Filevska, Valentyn Smyntyna, S. P. Rudenko, M. A. Stetsenko, L. S. Maksimenko, and Boris Serdega Radiation Modes of Surface Plasmons in SnO ₂ Thin Films, Frontiers in Optics 2017, OSA Technical Digest (online) (Optical Society of America, 2017), paper Jtu2A.99, https://doi.org/10.1364/FIO.2017.JTu2A.99
7	<u>V. Grinevych</u> , L. Filevska, <u>V. Smyntyna</u> , B. Ulug, The temperature dependent studies of Luminescent in nanosized SnO ₂ films. Abstract Book of participants of the International Summer School and International research and practice conference (NANO-2017)., 23-26 August 2017, Chernivtsi. Edited by Dr. Olena Fesenko. – Kiev: SME Burlaka, 2017. – P. 44. http://www.iop.kiev.ua/~nano2017/#images/large/day1/1.png
8	<u>Filevska L. M.</u> , Chebanenko A. P., <u>Grinevych V. S.</u> , Simanovych N.S. THE ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF NANOSCALE SnO ₂ FILMS, STRUCTURED BY POLYMERS/ Photoelectronics/ 25 (2016) 62-67. http://phys.onu.edu.ua/journals/photoele/
9	<u>S.A.Gevelyuk</u> , E.Rysiakiewicz-Pasek, <u>I.K.Doycho</u> . Dependence of photoluminescence of nanoparticle ensembles of stannum (IV) complexes in silica porous matrix on concentration of saturating solution // Photoelectronics. – 2016. – Vol.25. – pp.40-47. http://phys.onu.edu.ua/journals/photoele/
10	<u>Дойчо І.К.</u> , <u>Гевелюк С.А.</u> , <u>Лепіх Я.І.</u> , <u>Ришякевич-Пасек Е.</u> Особливості газочутливості барвників на базі комплексів 4-валентного стануму // Sensor Electronics and Microsystem Technologies, 2017 – Vol. 14, № 1, pp. 31-40.
11	<u>A. Tereshchenko</u> , V. Fedorenko, <u>V. Smyntyna</u> , I. Konup, A. Konup, M. Eriksson, R. Yakimova, A. Ramanavicius, S. Balme, M. Bechelany, ZnO thin films as a platform for optical immunosensors devoted for determination of GVA-antigen, 9th Nanoconference “Advances in Bioelectrochemistry and Nanomaterials” Book of Abstracts, 22-26 October, Vilnius, Lithuania, 2016, http://www.chgf.vu.lt/wp%2Dcontent/uploads/2016/10/program.pdf
12	<u>V. Grinevych</u> , <u>V. Smyntyna</u> , L. Filevska, S. Savin, B. Ulug. Thermogravimetric study of nano SnO ₂ precursors. International research and practice conference: NANOTECHNOLOGY AND NANOMATERIALS NANO-2016 24-27 August 2016 Lviv, Ukraine Book of Abstracts, 2016 Lviv. P. 591. http://www.iop.kiev.ua/~nano2016/
13	Simanovych N.S., Chebanenko A. P., <u>Smyntyna V.A.</u> , <u>Filevskaya L.N.</u> The influence of biological environments on the properties of nanostructured SnO ₂ , 9th Nanoconference “Advances in Bioelectrochemistry and Nanomaterials” Book of Abstracts, 22-26 October, Vilnius, Lithuania, 2016, p. 36-37. http://www.chgf.vu.lt/wp%2Dcontent/uploads/2016/10/program.pdf
14	<u>Gevelyuk S.A.</u> , Rysiakiewicz-Pasek E., <u>Doycho I.K.</u> Dependence of photoluminescence of nanoparticle ensembles of stannum (IV) complexes in silica porous matrix on concentration of saturating solution // Photoelectronics. – 2016. – Vol.25. – pp.40-47. http://experiment.onu.edu.ua/exp_ru/files/phot25.pdf
15	<u>Grinevych V.S.</u> , <u>Filevska L.M.</u> , <u>Smyntyna V.A.</u> Low-frequency Roman Scattering in Nanoscale Films of Tin Dioxide Structured by Polymers // International Research and Practice Conference “Nanotechnology and Nanomaterials” (NANO-2015), Book of Abstracts, L’viv 26-29 August 2015 p.325. http://www.iop.kiev.ua/~nano2015/
16	<u>I.K.Doycho</u> , <u>V.A.Smyntyna</u> , <u>S.A.Gevelyuk</u> , and E.Rysiakiewicz-Pasek. Dyes with tin (IV) complexes and photoluminescence their nanoparticle ensembles in silica porous glasses // 12th

№	Повні дані про статті, тези доповідей та охоронні документи з веб-адресою електронної версії; <u>позначити прізвища авторів, зі списку розділу 13</u>
	Seminar "Porous Glasses-Special Glasses" PGL'2015 (Wrocław, Poland, 07.-11.09.2015). Abstracts. - 2015. - p.42.
17	<u>A. Tereshchenko</u> , V. Fedorenko, <u>V. Smyntyna</u> , I. Konup, A. Konup, M. Eriksson, R. Yakimova, A. Ramanavicius, S. Balme, M. Bechelany, ZnO thin films as a platform for optical immunosensors devoted for determination of GVA-antigen, 9th Nanoconference «Advances in Bioelectrochemistry and Nanomaterials» Book of Abstracts, 22-26 October, Vilnius, Lithuania 2016, http://www.chgf.vu.lt/wp%2Dcontent/uploads/2016/10/program.pdf
18	Ya.I. Lepikh, <u>Ie.V. Brytavskiy</u> , <u>V.A. Smyntyna</u> , V.A. Borschak Fabrication and AFM characterization of porous silicon by metal-assisted chemical etching//Book of Abstracts 'International Conference of Semiconductor Nanostructures for Optoelectronics and Biosensors" IC SeNOB 2016, Rzeszow, Poland, May 22-25, 2016, P. 63, http://www.nano.rzeszow.pl/abstract.pdf
19	<u>V.S. Grinevich</u> , <u>L.M. Filevska</u> Raman Scattering in nanoscale tin dioxide// Photoelectronics, Odessa, ONU, 2015, V. 24, p.p. 50-57. http://phys.onu.edu.ua/journals/photoele/
20	<u>I.K.Doycho</u> , <u>S.A.Gevelyuk</u> , E.Rysiakiewicz-Pasek. Photoluminescence of tautomeric forms of nanoparticle ensembles of dyes based on the 4-valence stannum complexes in porous silica glass // Photoelectronics. - 2015. - Vol.24. - pp.30-37. http://phys.onu.edu.ua/journals/photoele/

10.4. Монографії за напрямом проекту, що опубліковані у закордонних виданнях офіційними мовами Європейського Союзу

Таблиця 5

№	Повні дані про монографії; <u>позначити прізвища авторів, зі списку розділу 13</u>	Кільк. друк. арк.
1	<u>Valentyn Smyntyna</u> , Vitalii Borshchak and <u>Ievgen Brytavskiy</u> . Nonideal Heterojunctions for Image Sensors // Copyright © 2018 by Nova Science Publishers, Inc. Published by Nova Science Publishers, Inc. † New York.- 175 pp.	10,2

10.5. Розділи монографій за напрямом проекту, що опубліковані у закордонних виданнях офіційними мовами Європейського Союзу (від 3 друкованих аркушів)

Таблиця 6

№	Повні дані про розділи монографій; <u>позначити прізвища авторів, зі списку розділу 13</u>	Кільк. друк. арк.
1	Nanomaterials for Security, NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology. J. Bonca, S. Kruchinin (eds.), Springer Science+Business Media Dordrecht 2016.: Chapter 18: <u>Ievgen Brytavskiy</u> , <u>Valentin Smyntyna</u> , Vitaliy Borschak Morphological features of nanostructured sensor for X-ray and optical imaging, based on nonideal heterojunction. DOI 10.1007/978-94-017-7593-9_18. p. 227-238. Chapter 20: <u>V.S. Grinevych</u> , <u>L.M. Filevska</u> , <u>V.A. Smyntyna</u> , M.O. Stetsenko, S.P. Rudenko, L.S. Maksimenko, and B.K. Serdega. Characterization of SnO ₂ Sensors. Nanomaterials by Polarization Modulation Method. DOI 10.1007/978-94-017-7593-9_20, p.259-266. Chapter 22: <u>A.V. Tereshchenko</u> , <u>V.A. Smyntyna</u> , I.P. Konup, <u>S.A. Geveliuk</u> , M.F. Starodub, Metal oxide based biosensors for the detection of dangerous biological compounds, DOI 10.1007/978-94-017-7593-9_22, pp. 281-288.	3,0

№	Повні дані про розділи монографій; <u>позначити прізвища авторів, зі списку розділу 13</u>	Кільк. друк. арк.
2	V. Grinevych, V. Smyntyna, L. Filevska, S. Savin, B. Ulug. Thermogravimetric study of nano SnO ₂ precursors. Nanophysics, Nanomaterials, Interface Studies, and Applications, Chapter 5 in book: Olena Fesenko and Leonid Yatsenko (Editors), Springer Proceedings in Physics 195, Springer International Publishing AG 2017, p.53-61, DOI 10.1007/978-3-319-56422-7_5, http://www.readcube.com/articles/10.1007/978%2D3%2D319%2D56422%2D7_5 .	0,9
3	Detection of CBRN – Nanostructures Materials, NATO Science Series, Janez Bonca and Sergei Kruchinin (eds.) Springer Proceedings in Physics, Chapter 5. V. Grinevych, V. Smyntyna, L. Filevska, Nanostructured SnO ₂ as CBRN safety material, 2017. Springer International Publishing AG 2018. 20 pp. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85049996558&doi=10.1007%2F978%2D94%2D024%2D1304%2D5_9&partnerID=40&md5=ebece00b816b6a4d62dcc422407975bf	2,2
4	V. Grinevych, L. Filevska, V. Smyntyna, B. Ulug, The temperature dependent studies of Luminescent in nanosized SnO ₂ films. In book: Nanooptics, Nanophotonics, Nanostructures, and Their Applications, Springer Proceedings Phys., Vol. 210, Olena Fesenko and Leonid Yatsenko (Eds), 2018 doi: 978-3-319-91082-6, 448533_1_En, (18) https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85049664776&doi=10.1007%2F978%2D3%2D319%2D91083%2D3_18&partnerID=40&md5=f22975685f520980d3c496a7e323e523	0,6
5	Filevska, L., Chebanenko, A., Klochkov, M., Grinevich, V., Smyntyna, V. Optical Phenomena in Nanoscale Tin Dioxide Films Obtained by Means of Polymers. In book: Nanophotonik, Nanooptics, Nanobiotechnology and Their Applications, Olena Fesenko and Leonid Yatsenko (Eds), Springer Proceedings in Physics.-2019.- 222.- pp. 87-93.- https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85072101031&doi=10.1007%2F978%2D3%2D030%2D17755%2D3_5&partnerID=40&md5=e85483b05340afac548c89fff3ca5564 .- DOI: 10.1007/978-3-030-17755-3_5	0,6

10.6. Монографії за напрямом проекту, що опубліковані мовами, які не відносяться до мов Європейського Союзу

Таблиця 7

№	Повні дані про монографії; <u>позначити прізвища авторів, зі списку розділу 13</u>	Кільк. друк. арк.
1	Неравновесные процессы в сенсорных наноструктурах /Смынтына В.А., Скобеева В.М., Малушин Н.В., Гриневиц В.С., Сердега Б.К., Филевская Л.Н., Дойчо И.К., Терещенко А.В., Витер Р.В. Под ред.. Смынтыны В.А. – Одесса: ОНУ, 2015. – 239 с.	13,74

10.7. Захищено авторами проекту дисертацій кандидата наук (доктора філософії) та доктора наук

Таблиця 8

№	Дані про дисертації (автор, назва дисертації, спеціальність, науковий керівник/консультант, рік та місце захисту)
1	Терещенко А.В. «Вплив адсорбції біомолекул на оптичні властивості наноструктурованих плівок TiO ₂ » 01.04.10. Фізика напівпровідників та діелектриків, науковий керівник проф. Сминтина В.А., 2018 р., Одеський національний університет

№	Дані про дисертації (автор, назва дисертації, спеціальність, науковий керівник/консультант, рік та місце захисту)
2	Брита́вський Є.В. «Вплив формування структури і процесів струмопереносу на просторовий розподіл локалізованого заряду в бар'єрній області гетеропереходу CdS-Cu ₂ S» 01.04.10. Фізика напівпровідників та діелектриків, науковий керівник проф. Сминтина В.А., 2015 р., Одеський національний університет.
3	Ніцук Ю.А. «Електрофізичні та оптичні властивості монокристалів халькогенідів цинку, легованих іонами перехідних елементів» - дисертація на здобуття наукового ступеню доктора фіз.-мат. наук. за спеціальністю 01.04.10 – фізика напівпровідників та діелектриків, наук. консультант – д.ф.-м.н. Ваксман Ю.Ф. – 2015 рік. - Одеса.

10.8. Індивідуальні гранти (стипендії), наукові стажування за кордоном, що фінансувалися за рахунок Державного бюджету України та/або закордонними організаціями (сумарна кількість місяців для керівника та 5 авторів проекту)

Таблиця 9

№	ПІБ виконавців	Назва гранту	Кількість місяців	Фінан-ня, тис. грн.
1	Сминтина Валентин Андрійович	Інд. Грант на участь в МК COSMOS 2016 м. Брюсель, Наказ №3119-18 від 11.11.2015р	0,25(11.2015)	26,0
2	Брита́вський Євген Вікторович	Erasmus+KA107 Університет Турку 1 Іаказ № 1113-18 від 16.05.2018р	0,25 (05.2018)	31
3	Терещенко Алла Володимирівна	Інд. Грант на участь в Международной конференции «Biophotonics – Riga 2017» Наказ № 2034-18 від 10.08.2017р	0,25 (08.2017)	15
4	Терещенко Алла Володимирівна	Інд. Грант на участь в МК NATO ARW Detection of CBRN-nanostructured materials, 14-17 August, 2017 Kiev, Ukraine	0,25(08.2017)	6,2
5	Брита́вський Євген Вікторович	Стипендія Кабінету Міністрів України для молодих учених	24 (01.05.2016 - 30.04.2018)	36,0
6	Брита́вський Євген Вікторович	Індивідуальне стажування за рахунок ДААД в Paul Drude Institut fur Festkorperelektronik, Німеччина, Берлін, Наказ № 1773а-18 від 01.08.2019;	4(01.08 - 30.11.2019)	175,0
7	Брита́вський Євген Вікторович	Стажування в якості запрошеного дослідника в лабораторії нанооптики Сеульського національного університету, Республіка Корея, Наказ №2524-18 від 02.10.2018	1(06.10 - 07.11.2018)	75,4
8	Брита́вський Євген Вікторович	Стажування в якості запрошеного дослідника в Електротехнічному Інституті Словацької Академії Наук, Словаччина (Institute of electrical Engineering, SAV,	0,25 (12 - 19.12.2018)	7,8

№	ПІБ виконавців	Назва гранту	Кількість місяців	Фінан-ня, тис. грн.
		Bratislava) Наказ №3331-18 від 20.12.2018		

10.9. Кількість загальноуніверситетських наукових грантів (окрім тих, що зазначено у п. 10.8), за якими працювали автори проекту, що фінансувались закордонними організаціями (кількість грантів з відповідним посиланням на сайт чи на лист від грантодавця)

Таблиця 10

№	ПІБ виконавців	Назва гранту	Замовник	Фінан-ня, тис. грн.
1	Брита́вський Євген Ві́кторович	Спільний дослідницький проект в Електротехнічному Інституті Словацької Академії Наук, Словаччина Назва проекту - Technology and characterization of advanced devices based on III-V semiconductors	Institute of electrical Engineering, SAV, Bratislava (2016-2017pp) Наказ №2682-18 від 11.10.2016р., Наказ № 3390-18 від 26.12.2016	135,0
2	Терещенко Алла Володимирівна	Проект "DEVELOPMENT OF NANOTECHNOLOGY BASED BIOSENSORS FOR AGRICULTURE - BIOSENSORSAGRICULT" (contract №318520), 2 місяці (2013-2016pp.) http://cordis.europa.eu/project/rcn/105461_en.html , Наказ №1407-18 від 03.06.2015р., Наказ №1643-18 від 01.07.2016р.	FP-7 IRSES	60,0
3	Терещенко Алла Володимирівна	Спільний Українсько-Литовський Проект М/84 - 2018, "Застосування гібридних наноструктур TiO ₂ та ZnO, модифікованих біомолекулами, в оптоелектронному сенсори" Термін: 01.08.2018 - 12.08.2018. Наказ № 1905-18 від 24.07.2018, Термін: 05.11.2018 - 20.11.2018. Наказ № 2800-18 від 26.10.2018, Термін: 25.07.2019-06.08.2019. Наказ № 1649-18 від 12.07.2019; Термін: 04.11.2019 - 18.11.2019. Наказ № 2515-18 від 21.10.19	Спецфінансування МОН України	110,0

10.10. Авторами проекту виконано госпдоговірної та грантової тематики на суму (тис. грн.) (з відповідним підтвердженням довідкою з бухгалтерії ВНЗ(НУ)) у рамках заявленого наукового напрямку

Таблиця 11

№	ПІБ виконавців	Назва гранту	Замовник	Фінан-ня, тис. грн.
1	Сминтина Валентин Андрійович	Інд. Грант на участь в МК COSMOS 2016 м. Брюсель, Бельгія (11.2015 р.)	Оргкомітет МК COSMOS 2016	26,0
2	Бритавський Євген Вікторович	Стипендія Кабінету Міністрів України для молодих учених 2016 р, 24 міс. (05.2016-04.2018)	Кабінет Міністрів України	38,7
3	Терещенко Алла Володимирівна	Інд. Грант на участь в МК «Biophotonics – Riga 2017», 08.2017, Наказ № 2034-18 від 10.08.2017р	Оргкомітет МК «Biophotonics Riga 2017»	29,3
4	Терещенко Алла Володимирівна	Інд. Грант на участь в МК NATO ARW Detection of CBRN nanostructured materials, Kiev, Ukraine, 08.2017	Оргкомітет МК NATO ARW Detection of CBRN nanostructured materials	7,2
5	Бритавський Євген Вікторович	Erasmus+KA107 Університет Турку, Фінляндія 05.2018р., Наказ № 1113-18 від 16.05.2018р	Erasmus+KA107	31,0
6	Терещенко Алла Володимирівна	Проект “DEVELOPMENT OF NANOTECHNOLOGY BASED BIOSENSORS FOR AGRICULTURE – BIOSENSORS AGRICULT” (contract №318520), 2 місяців (2013-2016pp.) http://cordis.europa.eu/project/rcn/105461_en.html	FP-7 IRSES	60,0
7	Бритавський Євген Вікторович	Спільний дослідницький проект в Електротехнічному Інституті Словацької Академії Наук, Словаччина Назва проекту - Technology and characterization of advanced devices based on III-V semiconductors	Institute of electrical Engineering, SAV, Bratislava	135,0
8	Бритавський Євген Вікторович	Індивідуальне стажування за рахунок ДААД в Paul Drude Institut fur Festkorperelektronik, Німеччина, Берлін 4(01.08 – 30.11.2019) Наказ № 1773а-18 від 01.08.2019;	Fond DAAD, Німеччина	175,0
9	Бритавський Євген Вікторович	Стажування в якості запрошеного дослідника в лабораторії нанооптики	Сеульський національний університет,	75,4

№	ПІБ виконавців	Назва гранту	Замовник	Фінан-ня, тис. грн.
		Сеульського національного університету, Республіка Корея 1(06.10 – 07.11.2018)Наказ №2524-18 від 02.10.2018	Республіка Корея	
10	Бритавський Євген Вікторович	Стажування в якості запрошеного дослідника в Електротехнічному Інституті Словацької Академії Наук, Словаччина 0,25 (12 - 19.12.2018) Наказ №3331-18 від 20.12.2018	Institute of electrical Engineering, SAV, Bratislava	7,8
11	Терещенко Алла Володимирівна	Спільний Українсько-Литовський Проект М/84 - 2018 "Застосування гібридних наноструктур TiO ₂ та ZnO, модифікованих біомолекулами, в оптоелектронному сенсорі", Термін: 01.08.2018 - 12.08.2018. Наказ № 1905-18 від 24.07.2018, Термін: 05.11.2018 - 20.11.2018. Наказ № 2800-18 від 26.10.2018, Термін: 25.07.2019-06.08.2019. Наказ № 1649-18 від 12.07.2019; Термін: 04.11.2019 - 18.11.2019. Наказ № 2 5 15-18 від 21.10.19	Спецфінансування МОН України	110,0

11. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ЗА ТЕМАТИКОЮ ПРОЕКТУ

Таблиця 12

№	Назви показників очікуваних результатів	Кількість
1	Будуть опубліковані за темою проекту статті у журналах, що входять до науково-метричних баз даних WoS та/або Scopus з індексом SNIP $\geq 0,4$ (Source Normalized Impact Per Paper) (для соціо-гуманітарних наук з індексом SNIP > 0).	5
2	Будуть опубліковані за темою проекту статті у журналах, що входять до переліку фахових видань України та мають ISSN, статті у закордонних журналах, що не увійшли до пп.10.1-10.2, а також англomовні тези доповідей у матеріалах міжнародних конференцій, що індексуються науково-метричними базами даних WoS або Scopus (Index Copernicus для соціо-гуманітарних наук) та охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності	6
3	Монографії за темою проекту, що будуть опубліковані у закордонних виданнях офіційними мовами Європейського Союзу (друкованих аркушів)	9
4	Розділи монографій за темою проекту, що будуть опубліковані у закордонних виданнях офіційними мовами Європейського Союзу (друкованих аркушів)	3
5	Монографії за темою проекту, що будуть опубліковані мовами, які не відносяться до мов Європейського Союзу (друкованих аркушів)	9

№	Назви показників очікуваних результатів	Кількість
6	Буде впроваджено наукові або науково-практичні результати проекту шляхом укладання господарчих договорів, продажу ліцензій, грантових угод поза межами організації-виконавця	1
7	Буде захищено дисертації кандидата наук (доктора філософії) та доктора наук виконавцями за темою проекту	1

12. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ ПРОЕКТУ

Таблиця 13

Етапи роботи	Назва та зміст етапу	Обсяг фін-ня етапу	Очікувані результати етапу Звітна документація
1 етап (2020)	Визначення параметрів НС оксидів олова, цинку і рутенію, що зумовлюють наявність розмірних ефектів, аналіз методів їх отримання;: Створення і вдосконалення методики виготовлення нових НС тонких плівок SnO ₂ і ZnO модифікованим полімерами для структуризації золь-гель методом з використанням МОС прекурсорів, а також методики виготовлення RuO ₂ в матриці шпаристого скла. Отримання зразків НС плівок SnO ₂ і ZnO, НС RuO ₂ в матриці шпаристого скла. Отримання нових матеріалознавчих відомостей щодо впливу технологічних чинників на структуру, топологію поверхні SnO ₂ і ZnO, НС RuO ₂ в матриці шпаристого скла. Встановлення типів нарозмірної структури в новостворених плівках SnO ₂ і ZnO, НС RuO ₂ в матриці шпаристого скла, що зумовлюють поверхневі електростатичні поля специфічного профілю, які сприяють адсорбції газів, органічних сполук та біологічних об'єктів.	1400,000 тис. грн.	Очікувані результати етапу: Будуть створені і вдосконалені методики виготовлення нових наноструктурованих шарів оксидів цинку та олова які базуються на модифікації золь-гель методу полімерними добавками з метою наноструктуризації одержуваних шарів діоксиду олова і оксиду цинку з використанням МОС прекурсорів діхлордіацетилацетонату олова, ацетату цинку, тощо, а також методики виготовлення НС RuO ₂ в матриці шпаристого скла. Будуть отримані зразки НС плівок SnO ₂ і ZnO з вихідних розчинів з варіюванням вмісту полімеру, різних прекурсорів, при зміні температурних і часових чинників на різних етапах синтезу, НС RuO ₂ в матриці шпаристого скла. Будуть отримані нові матеріалознавчі відомості щодо впливу вмісту структуруючого полімеру, теплових та часових чинників, параметрів хімічних реакцій синтезу на структуру, топологію поверхні НС SnO ₂ і ZnO, НС RuO ₂ в матриці шпаристого скла, що корелюватимуть з їх електрофізичними і оптичними властивостями та впливають на адсорбційну здатність матеріалів. Будуть встановлені типи нарозмірної структури в новостворених плівках SnO ₂ і ZnO, НС RuO ₂ в матриці шпаристого скла, що створюють поверхневі електростатичні поля специфічного профілю, які сприяють адсорбції газів, органічних сполук (етанол, кетоніві сполуки тощо) та біологічних об'єктів (зокрема імунних

Етапи роботи	Назва та зміст етапу	Обсяг фін-ня етапу	Очікувані результати етапу Звітна документація
			клітин). Звітна документація: Звітна документація: Публікацій 4, захистів магістерських робіт 1, анотований звіт
2 етап (2021)	Виявлення взаємозв'язку між структурними, оптичними, електрофізичними, адсорбційними властивостями новостворених наноструктурованих оксидів олова, цинку і рутенію Отримання нових матеріалознавчих відомостей щодо фотолюмінесценції, оптичного поглинання і відбиття, вольт-амперних характеристик, ППР процесів, темної провідності і впливу на них технологічних чинників і зовнішнього середовища, аналітично визначенні параметри характеристики електронної підсистеми матеріалів, їх зміни і залежності від процесів адсорбції	1479,800 тис. грн.	Очікувані результати етапу: Будуть виявлені взаємозв'язки між структурними, оптичними, електрофізичними, адсорбційними властивостями новостворених НС оксидів олова, цинку і рутенію, отримані нові матеріалознавчі відомості щодо фотолюмінесценції, оптичного поглинання і відбиття, вольт-амперних характеристик, поверхнево-плазмоннорезнансних процесів, темної провідності і впливу на них типу і вмісту структурних добавок у вихідних розчинах та інших технологічних характеристик, зовнішнього середовища, аналітично визначенні параметри характеристики електронної підсистеми матеріалів (величини забороненої зони, концентрація носіїв, рухливість, енергії електронних рівнів відповідальних за фотолюмінесценцію та вклад у адсорбційну чутливість, тощо), їх зміни і залежності від процесів адсорбції. Звітна документація: Звітна документація: Публікацій 4, захистів магістерських робіт 1, анотований звіт
3 етап (2022)	Встановлення і застосування механізмів і закономірностей зарядотранзитних процесів, що визначають подвійне використання наноструктурованих оксидів олова, цинку і рутенію в оптоелектронних і сенсорних пристроях.	1558,300 тис. грн.	Очікувані результати етапу: На основі отриманих відомостей і розрахованих параметрів будуть визначені механізми оптичних і зарядотранзитних процесів у нових наноструктурованих оксидів олова, цинку і рутенію при контакті з аналітами, що зумовлюють адсорбційну чутливість. Будуть встановлені і застосовані для створення чутливих щарів нові закономірності зарядотранзитних процесів, що визначають подвійне використання наноструктурованих оксидів олова, цинку і рутенію в оптоелектронних і сенсорних пристроях, а також застосовані до визначення нових шляхів створення

Етапи роботи	Назва та зміст етапу	Обсяг фін-ня етапу	Очікувані результати етапу Звітна документація
			чутливих елементів для оптосенсорики і сенсорів, що працюють при кімнатній температурі. Звітна документація: Звітна документація: Публікацій 4, захистів магістерських 1, кандидатських та докторських дисертацій - 1, монографій - 18 др.арк. розділів монографій - 3 др.арк. Анотований звіт Заклучний звіт

13. ВИКОНАВЦІ ПРОЕКТУ (з оплатою в межах запиту)

- доктори наук: 2; кандидати наук: 5;
- молоді вчені до 35 років: 2, з них кандидатів: 2, докторів: 0;
- наукові працівники без ступеня: 1;
- інженерно-технічні кадри: 0, допоміжний персонал: 0;
- докторанти: 0; аспіранти: 0; студенти: 0.

Р а з о м : 8.

Таблиця 14

Основні виконавці проекту* (з оплатою в межах запиту)

№	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Вік та дата народж.
1	Сминтина Валентин Андрійович	д-р фіз.-мат. наук	проф.	Завідувач кафедри експериментальної фізики, радник ректора ОНУ. Одеський національний університет імені І.І. Мечникова	1948-09-08 (71)
2	Ніцук Юрій Андрійович	д-р фіз.-мат. наук	проф.	професор, замісник декана факультету математики, фізики та інформаційних технологій . Одеський національний університет імені І.І. Мечникова	1978-01-25 (41)
3	Дойчо Ігор Костянтинович	канд. фіз.-мат. наук	старш. дослідник (старш. наук. співроб.)	зав. НДЛ. Одеський національний університет імені І.І. Мечникова	1953-05-20 (66)
4	Бритаєвський Євген Вікторович	канд. фіз.-мат. наук	без звання	старший науковий співробітник. Одеський національний університет імені І.І. Мечникова	1987-12-20 (32)
5	Терещенко Алла Володимирівна	канд. фіз.-мат. наук	без звання	науковий співробітник. Одеський національний університет імені І.І. Мечникова	1986-09-05 (33)
6	Філевська Людмила	без ступеня	без звання	старший науковий співробітник. Одеський національний	1964-09-13 (55)

№	Прізвище, ім'я, по батькові	Науковий ступінь	Вчене звання	Посада і місце основної роботи	Вік та дата народж.
	Миколаївна			університет імені І.І. Мечникова	
7	Гріневич Віктор Сергійович	канд. фіз.-мат. наук	старш. дослідник (старш. наук. співроб.)	професор кафедри кібернетики і інформаційних технологій. Одеський національний університет імені І.І. Мечникова	1946-01-21 (73)
8	Гевелюк Сергій Анатолійович	канд. фіз.-мат. наук	старш. дослідник (старш. наук. співроб.)	провідний науковий співробітник. Одеський національний університет імені І.І. Мечникова	1953-04-16 (66)

Додаток 1 Анотації українською мовою статей, що наведені у Таблиці 2.

№	Назви статей та їх анотації
1	<p><u>Brytavskyi, I., Hušeková, K., Myndrul, V., Pavlenko, M., Coy, E., Zaleski, K., Gregušová, D., Yate, L., Smyntyna, V., Iatsunskyi, I.</u> Effect of porous silicon substrate on structural, mechanical and optical properties of MOCVD and ALD ruthenium oxide nanolayers// Applied Surface Science. - 2019. - 471. - pp. 686-693.- https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85058005060&doi=10.1016%2Fj.apsusc.2018.12.022&partnerID=40&md5=d3e64d620dc548079f6c4ece7735d927.%2D DOI: 10.1016/j.apsusc.2018.12.022</p> <p>У цьому дослідженні наночастиці RuO₂ вирощували на пористому кремнії n-типу (PSi) методом осадження паром органічних хімічних речовин (MOCVD) та осадженням атомного шару (ALD). Морфологію, механічні та оптичні властивості отриманих наноструктур вивчали за допомогою скануючої електронної мікроскопії (SEM), проміжної електронної мікроскопії (TEM), енергетично-дисперсійної рентгенівської спектроскопії (EDX), рентгенівської дифракції (XRD), рентгенівського випромінювання фотоелектронна спектроскопії (XPS), мікрораманова спектроскопії, дифузної відбивної здатності та фотолюмінесценції (PL) спектроскопії. Було показано, що MOCVD забезпечує нерівномірний розподіл RuO₂ по порі, і осідає переважно в приповерхневій частині PSi, тоді як розподіл рутенію, отриманий ALD, виглядає конформним по всій порі. Середній розмір нанокристалітів RuO₂ та механічні напружки визначали за допомогою спектроскопії TEM, XRD та Raman. Було показано, що зразки, отримані ALD, демонструють хорошу кристалічність, тоді як кристалічна фаза для зразків, отриманих MOCVD, покращується зі збільшенням товщини шару RuO₂. Встановлено утворення гідратного RuO₂ під час ALD та MOCVD. Було показано, що зразки, отримані MOCVD, мають дещо більшу електропровідність, ніж зразки ALD. Середнє значення енергетичного розриву (E_g) для зразків, підготовлених MOCVD, залежало від кількості ін'єкцій. Наночастиці RuO₂ гасили внутрішню PL з матриці PSi. Обговорювалося співвідношення структурних, оптичних та механічних властивостей зразків, отриманих MOCVD та ALD.</p>
2	<p>Genys, P., Aksun, E., <u>Tereshchenko, A.</u>, Valiūnienė, A., Ramanaviciene, A., Ramanavicius, A., Electrochemical deposition and investigation of poly-9,10-phenanthrenequinone layer. Nanomaterials, V. 9, Iss.5, 2019, 702</p> <p>У цьому дослідженні 9,10-фенантрехініон (PQ) електрохімічно полімеризувались на графітовому стрижневому електроді з використанням потенційного циклічного циклу. Електрод, модифікований полі-9,10-фенантрехініоном (poly-PQ), вивчався за допомогою циклічної вольтамперметрії, електрохімічної імпедансної спектроскопії, атомно-силової мікроскопії та скануючої електронної мікроскопії. Полі-PQ показує зміни в структурі росту залежно від кількості потенційних циклів для початку полімеризації. Утворений шар полі-PQ демонструє хорошу електропровідність, велику ступінь електрохімічної ємності та</p>

№	Назви статей та їх анотації
	унікальні властивості окислення / відновлення, які підходять для широких технологічних застосувань, включаючи застосування в біосенсорах, суперконденсаторах та в деяких інших електрохімічних системах.
3	<p>Graniel, O.; Fedorenko, V.; Viter, R.; Iatsunskyi, I.; Nowaczyk, G.; Weber, M.; Załęski, K.; Jurga, S.; <u>Smyntyna, V.</u>; Miele, P.; et al. Optical properties of ZnO deposited by atomic layer deposition (ALD) on Si nanowires. Mater. Sci. Eng. B 2018, 236, 139-146. https://doi.org/10.1016/j.mseb.2018.11.007</p> <p>У цій роботі ми повідомляємо результати підтвердження концепції синтезу нанопровідів оболонки Si core / ZnO (SiNWs / ZnO) шляхом поєднання наносферної літографії (NSL), хімічного травлення за допомогою металів (MACE) та осадження атомного шару (ALD). Структурні властивості наноструктур SiNWs / ZnO були досліджені за допомогою рентгенівської дифракції, Раманової спектроскопії, скануючої та передавальної електронної мікроскопії. Рентгенодифракційний аналіз показав, що всі зразки мають гексагональну структуру вурциту. Розміри зерна знаходяться в межах 7-14 нм. Оптичні властивості зразків досліджували за допомогою світловідбиваючої та фотолюмінесцентної спектроскопії. Дослідження спектрів фотолюмінесценції (PL) зразків SiNWs/ZnO показало домінування смуг емісійних дефектів, вказуючи на відхилення стехіометрії підготовлених 3D-наноструктур ZnO. Спостерігалось зниження інтенсивності ПЛ SiNW / ZnO зі збільшенням часу травлення SiNWs, що зображало розширене світло розсіювання зі збільшенням довжини нанопровідника. Ці результати відкривають нові перспективи проектування електронних та чутливих пристроїв.</p>
4	<p><u>Tereshchenko, A., Smyntyna, V., Ramanavicius, A.</u> Interaction mechanism between TiO₂ nanostructures and bovine leukemia virus proteins in photoluminescence-based immunosensors// RSC Advances.- 2018.- 8 (66).- pp. 37740-37748.- https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85056872058&doi=10.1039%2Fc8ra07347c&partnerID=40&md5=092bfbf9c7825d86333681b74cf5324b .-DOI: 10.1039/c8ra07347c</p> <p>У цьому дослідженні запропонований та обговорений механізм взаємодії напівпровідного шару TiO₂ та білка вірусу лейкемії великої рогатої худоби, застосованого в дизайні імуносенсорів на основі фотолюмінесценції. Білок gp51 адсорбувався на поверхні наноструктурованої тонкої плівки TiO₂, утвореної на скляних підкладках (TiO₂/скло). Зміна піку фотолюмінесценції (PL) від 517 нм до 499 нм спостерігалася після модифікації TiO₂/скло адсорбованим gp51 (gp51/TiO₂/скло). Після інкубації gp51/TiO₂/скло в розчині, що містить анти-gp51, утворилася нова структура (anti-gp51/gp51/TiO₂/glass) і пік PL змістився назад від 499 нм до 516 нм. Вищезгадані зрушення PL пояснюються змінами рівня енергії самозахопленого екситону, які були викликані змінами електростатичної взаємодії між адсорбованою gp51 та негативно зарядженою поверхнею TiO₂. Сила електричного поля, що впливає на центри фотолюмінесценції, визначалася з варіацій між спектрами PL TiO₂ / скла, gp51 / TiO₂ / скла та anti-gp51 / gp51 / TiO₂ / скла. Принцип прогнозування цих змін електричного поля передбачив. Виділене походження змін у спектрах фотолюмінесценції TiO₂ після модифікації білка виявляє розуміння механізму взаємодії між TiO₂ та білками, що є ключовим питанням, відповідальним за роботу біосенсорів.</p>
5	<p>V. Myndrul, R. Viter, M. Savchuk, N. Shpyrka, D. Ertz, D. Jevdokimovs, V. Silami, <u>V. Smyntyna</u>, A. Ramanavicius, I. Iatsunsky. Porous silicon based photoluminescence immunosensor for rapid and highly-sensitive detection of Ochratoxin A April 2018 Biosensors & Bioelectronics 102:661-667, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29175228</p> <p>Був розроблений швидкий і недорогий імуносенсор фотолюмінесценції (PL) для визначення низьких концентрацій охратоксину А (ОТА). Цей імуносенсор був заснований на пористому кремнію (PSi) і модифікований антитілами проти ОТА (anti-OTA). Шар PSi був виготовлений методом хімічного травлення з допомогою металів (MACE). Основні структурні параметри (розмір пор, товщина шару, морфологія та розмір нанозерна) та склад PSi були досліджені за допомогою рентгенівської дифракції (XRD), скануючої електронної мікроскопії (SEM) та Раманової спектроскопії. PL-спектроскопію PSi проводили при кімнатній температурі і</p>

№	Назви статей та їх анотації
	<p>демонстрували широку смугу випромінювання, зосереджену при 680 ± 20 нм. Білок А був ковалентно іммобілізований на поверхні PSi, яка в наступних стадіях була модифікована анти-ОТА та BSA таким чином, була сконструйована структура анти-ОТА / Протеїн-А / PSi, чутлива до ОТА. Імуносенсиори на основі анти-ОТА / протеїну-А / PSi тестували в широкому діапазоні концентрацій ОТА від 0,001 до 100ng / ml. Взаємодія ОТА з поверхнею anti-ОТА / Protein-A / PSi призвело до гасіння фотолюмінесценції порівняно з голою PSi. Були оцінені межі виявлення (LOD) та діапазон чутливості імуносенсорів анти-ОТА / протеїну-А / PSi. Постійну асоціацію та вільну енергію Гіббса для взаємодії анти-ОТА / протеїну-А / PSi з ОТА розраховували та аналізували за допомогою ізотерм взаємодії. Час реакції імуносенсору на основі анти-ОТА / протеїну-А / PSi у відношенні ОТА знаходився в діапазоні 500-700s. Ці дані є дуже перспективними для розвитку високочутливих та потенційно переносних імуносенсорів, придатних для швидкого визначення ОТА в продуктах харчування та напоях</p>
6	<p><u>A. Tereshchenko</u>, V. Fedorenko, <u>V. Smyntyna</u>, I. Konup, A. Konup, M. Eriksson, R. Yakimova, A. Ramanavicius, S. Balme and M. Bechelany, ZnO Films Formed by Atomic Layer Deposition as an Optical Biosensor Platform for the Detection of Grapevine Virus A-type Proteins, Biosensors and Bioelectronics 92 (2017) 763-769. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956566316309563</p> <p>Розроблений новий чутливий оптичний біосенсор для визначення білків (антигенів) вірусу враження винограду А-типу (GVA). Біосенсор базується на тонких плівках оксиду цинку (ZnO), нанесених на кремній (Si) методом атомно-пошарового нанесення (ALD). Тонкі плівки ZnO на основі Si продемонстрували сприятливі поверхнево-структурні властивості для прямої іммобілізації антитіл олі а GVA-антигенів для формування біочутливого шару, чутливого до GVA-антигенів. Іммобілізація антитіл призвела до змін у інтенсивності основного ФЛ максимуму ZnO при 378 нм та появи нової інтенсивної ФЛ-смуги випромінювання на спектрі фотолюмінесценції у видимому діапазоні в області 400-500 нм (максимум при 425 нм), що викликане іммобілізованими антитілами на поверхні ZnO. Детектування GVA-антигенів проведено шляхом оцінки змін і поведінки відповідної смуги люмінесценції в області 425 нм. Чутливість біосенсора до GVA-антигенів визначена в інтервалі від 1 пг / мл до 10 нг / мл. Також, доведена селективність біосенсора.</p>
7	<p>Fedorenko, V., Bechelany, M., Janot, JM. <u>Smyntyna V.</u>, Balme S. Large-scale protein/antibody patterning with limiting unspecific adsorption, J Nanopart Res (2017) 19: 351. https://doi.org/10.1007/s11051%2D017%2D4053%2Dx</p> <p>Простий синтетичний маршрут, заснований на літографії наносфер, був розроблений для розробки великомасштабної нанообласті для спеціального контролю анкерування білка. Ця методика заснована на двовимірних кристалах (2D), що складаються з колоїдних сфер полістиролу дозволяє легко і недорого виготовляти великі масиви (до декількох сантиметрів) за рахунок зниження вартості. В якості субстрату використовується кремнієва пластина, покрита тонким адгезійним шаром хрому (15 нм) та шаром золота (50 нм). Сфери наносяться на поверхню золота, використовуючи метод плаваючою передачі. Сфери PS були потім функціоналізовані з ПЕГ-біотину і дефекти по самозборки моношару (SAM) PEG для запобігання неспецифічній адсорбції. Результати є значущими для вивчення пристроїв на основі великомасштабних нанорозмірних сфер PS і можуть бути використані для виявлення цільових білків або просто для нанесення зображення на поверхню специфічними білками.</p>
8	<p>Roman Viter, <u>Alla Tereshchenko</u>, <u>Valentyn Smyntyna</u>, Julia Ogorodniichuk, Nickolay Starodub, Rositsa Yakimova, Volodymyr Khranovsky, Arunas Ramanavicius, Toward Development of Optical Biosensors Based on Photoluminescence of TiO₂ Nanoparticles for the Detection of Salmonella, Sensors & Actuators: B. Chemical 252 (2017) 95-102, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925400517309620</p> <p>У цьому дослідженні ми запроваджуємо новий оптичний імуносенсор для визначення Salmonella typhimurium. Імуносенсор заснований на наночастинках діоксиду титану (TiO₂), нанесених на скляні субстрати (скло/TiO₂). Наночастинки TiO₂ демонструють інтенсивну фотолюмінесценцію (ПЛ) у видимому діапазоні спектра при кімнатній температурі. Пряма іммобілізація антитіл (anti-S-Ab) проти антигенів сальмонели на поверхні скла/TiO₂</p>

№	Назви статей та їх анотації
	<p>призвела до утворення структури на основі скла / TiO₂ / анти-S-Ab, яка характеризувалася збільшенням інтенсивності ФЛ та ІЧ -переміщене положення піку PL у порівнянні з такими ж характеристиками структури на основі скла/TiO₂. Зміни інтенсивності ПЛ та полів піку після взаємодії іммобілізованого анти-S-Ab з антигенами сальмонели (Салмонелла-Ag) були використані як імуносенсорний сигнал, що дозволяє проводити чутливий та вибірковий виявлення Salmonella-Ag у конфігурації без етикетки. Чутливість повідомленого оптичного імуносенсора до Salmonella-Ag становить від 10³ до 10⁵ клітин /мл. Обговорюються деякі аспекти взаємодії TiO₂ та біологічних сполук. Ця робота відкриває нові можливості для розробки оптичних міток-імуносенсори, придатних для швидкого, простого та ефективного аналізу інфекцій сальмонели.</p>
9	<p>Myndrul V, Viter R, Savchuk M, Koval M, Starodub N, Silamikelis V, <u>Smyntyna V</u>, Ramanavicius A, Iatsunskyi I. Gold coated porous silicon nanocomposite as a substrate for photoluminescence-based immunosensor suitable for the determination of Aflatoxin B₁. Talanta. 2017 Dec 1;175:297-304. doi: 10.1016/j.talanta.2017.07.054. Epub 2017 Jul 20.</p> <p>Був розроблений швидкий та низькозатратний імуносенсор фотолюмінесценції (PL) для визначення низьких концентрацій Афлатоксину B₁ (AFB₁). Цей імуносенсор базувався на пористому кремнію (PSi), покритому шаром тонкого золота (Au) та модифікованому антитілами проти AFB₁ (anti-AFB₁). Шар PSi формувався на кремнієвій підкладці, поверхню PSi покривали шаром золота 30 нм (PSi/Au), використовуючи електрохімічні та хімічні методи осадження, і таким чином PSi/Au (El.) Та PSi/Au (Chem.) структури формувалися відповідно. Для того, щоб знайти PSi / Au найефективнішим для проектування датчиків на основі PL, було розроблено декілька різних структур PSi / Au (El.) Та PSi / Au (Chem.), Використовуючи різні умови для електрохімічного або хімічного осадження золота, показано, що під час утворення PSi / Au структури кристалічні наночастинки Au рівномірно покривали поверхню пор PSi. PL-спектроскопія наноконкомпозитів PSi / Au проводилася при кімнатній температурі, і вона показала широку смугу випромінювання, орієнтовану на 700 нм. Білок А ковалентно іммобілізували на поверхні PSi / Au (El.) Та PSi / Au (Chem.), Утворюючи PSi / Au (El.) / Protein-A і PSi / Au (Chem.) / Protein-A, відповідно. На наступному етапі структури PSi / Au (El.) / Protein-A і PSi / Au (Chem.) / Protein-A були модифіковані анти-AFB₁ і таким чином структури (PSi / Au (El.) / Протеїн -A / anti-AFB₁ та PSi / Au (Chem.) / Protein-A / anti-AFB₁), чутливі до AFB₁. Імуносенсори на основі протеїну-A / anti-AFB₁ на основі PSi / Au (El.) / Протеїну-A / анти-AFB₁- та PSi / Au (Chem.) Були протестовані у широкому діапазоні концентрацій AFB₁ від 0,001 до 100ng / мл Взаємодія AFB₁ із PSi / Au (El.) / Протеїном-A / anti-AFB₁- та PSi / Au (Chem.) / Структурами на основі протеїну-A / anti-AFB₁ призвело до гасіння PL. Найвища чутливість до AFB₁ була визначена для імуносенсору на основі PSi/Au(El.)/Протеїну-A/anti-AFB₁, і вона була в межах 0,01-10ng/ml. Обговорюється застосованість структур на основі PSi/Au як нових субстратів, придатних для імуносенсорів на основі PL.</p>
10	<p>M. Pavlenko, E. L. Coy, M. Jancelewicz, K. Załęski, <u>V. Smyntyna</u>, S. Jurga and I. Iatsunskyi Enhancement of optical and mechanical properties of Si nanopillars by ALD TiO₂ coating. RSC Adv., 2016,6, 97070-97076, http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2016/ra/c6ra21742g#!divAbstract</p> <p>Досліджено механічні та оптичні властивості нанопілярів Si та TiO₂ - Si (NPl). Мезопористий масив кремнію NPl виготовляли методом хімічного травлення та наносферної літографії, а потім стовпи покривали TiO₂ за допомогою техніки нанесення атомного шару. Ми провели скануючу електронну мікроскопію (CEM), трансмісійну електронну мікроскопію (TEM), рентгенівську дифракцію (XRD), енергетично-дисперсійну рентгенівську спектроскопію (EDX), Раманову спектроскопію, відбивальну здатність, фотолюмінесценцію (PL), спектроскопію та наноіндикацію для характеристики як підготовлений і відпалений TiO₂ - Si NPl. Розраховано основні структурно-механічні параметри TiO₂ - Si NPl (розмір зерна, деформація, критичне навантаження, відновлення пружності та модуль Юнга). Для дослідження впливу морфології на оптичні властивості TiO₂ - Si NPl до і після відпалу використовували світловідбиваючу та PL-спектроскопію. Встановлено, що наноструктури TiO₂, що проникли всередину пористої матриці стовпа Si,</p>

№	Назви статей та їх анотації
	покращують механічні властивості TiO ₂ – Si NPL. Результати дослідження наноіндикації показали, що модуль Юнга відпаленого TiO ₂ – Si NPL приблизно втричі вищий, ніж для чистого Si NPL.
11	<p>A. Tereshchenko, M. Bechelany, R. Viter, V. Khranovsky, V. Smyntyna, N. Starodub, R. Yakimova, Optical Biosensors Based on ZnO Nanostructures: Advantages and Perspectives. A Review, Sensors and Actuators B 229 (2016) 664–677, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925400516300995</p> <p>В даному огляді висвітлюється застосування фізико-хімічних властивостей наноструктур ZnO для детектування широкого спектру біологічних сполук, - оптичних біосенсорів. Розкриті найважливіші моменти процесу іммобілізації, відповідальні за ефективну роботу біосенсора (адсорбція біомолекул, поверхневі властивості ZnO, дефекти на поверхні, роль функціоналізації поверхні і т.д.) разом з механізмом взаємодії між біомолекулами та ZnO. Представлені останні досягнення в оптичних біосенсорах на основі поверхневого плазмонного резонансу (SPR), спектроскопії комбінаційного розсіювання (Raman), а також фотолюмінесцентних та ол. біосенсорів разом з новими тенденціями розвитку використання ZnO в біосенсориці</p>
12	<p>D. Sodel, V. Khranovsky, V. Beni, A. P. F. Turner, R. Viter, M. O. Eriksson, P.-O. Holtz, J.-M. Janot, M. Bechelany, S. Balme, V. Smyntyna, E. Kolesneva, L. Dubovskaya, I. Volotovskii, A. Ubelis, R. Yakimova. Continuous sensing of hydrogen peroxide and glucose via quenching of the UV and visible luminescence of ZnO nanoparticles. Microchim Acta (2015) 182(9): pp 1819–1826. https://doi.org/10.1007/s00604%2D015%2D1493%2D9</p> <p>Ми повідомляємо про непрямий оптичний спосіб визначення глюкози через визначення пероксиду водню (H₂O₂), який утворюється при каталізованому окисненні глюкози глюкозооксидазою (Gox). Він базується на знаходженні того, що фотолюмінесценція ультрафіолету (~ 374 нм) і видима (~ 525 нм) незайманих наночастинок оксиду цинку (ZnO) сильно залежить від концентрації H₂O₂ у водному розчині. Фотолюмінесценція гасить до 90% при 100 мМ рівень H₂O₂. Датчик, побудований за рахунок іммобілізації Gox на наночастинок ZnO, дозволив безперервно контролювати глюкозу в діапазоні концентрації від 10 мМ до 130 мМ, а межу виявлення становить 10 мМ. Ця схема ферментативного зондування повинна бути застосована для моніторингу глюкози в галузях харчової, напоїв та бродіння. Він має широкі можливості, оскільки він може бути розповсюдженим на численні інші субстрати або аналізи активності ферментів на основі утворення H₂O₂, а також аналізів на основі споживання H₂O₂ пероксидазом.</p>
13	<p>Iatsunskyi, I.; Nowaczyk, G.; Jurga, S.; Fedorenko, V.; Pavlenko, M.; Smyntyna, V. One and two-phonon Raman scattering from nanostructured silicon. Optik 2015, 126, 1650–1655 https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2015.05.088</p> <p>Досліджено Раманове розсіювання з сильно / низькорезистивних наноструктурованих кремнійорганічних плівок, підготовлених методом хімічного травлення з металом. Вимірювали спектр раманів отриманих кремнійорганічних наноструктур. Представлено інтерпретацію спостережуваних одно- та двофонових піків Рамана. Пік Рамана першого порядку має червону зміну та розширення. Це явище аналізується в рамках моделі фононного утримання з урахуванням механічних наслідків напруги. Було виявлено, що вершини Рамана другого порядку зміщені та розширені порівняно з величинами кремнію. Зсув піку та розширення двофонового Раманового розсіяння стосується фононного утримання та розладу. Широкий пік Рамана між 900 і 1100 см⁻¹ відповідає суперпозиції трьох поперечних оптичних фононів ~2TO (X), 2TO (W) та 2TO (L). Продemonстровано вплив довжини хвилі збудження на перерозподіл інтенсивності двофонових раманових розсіювальних компонентів (2TO) та представлено попереднє теоретичне пояснення цього спостереження.</p>
14	<p>R. Viter, Z. Balevicius, A. Abou Chaaya, I. Baleviciute, S. Tumenas, L. Mikoliunaite, A. Ramanavicius, Z. Gertnere, A. Zalesska, V. Vataman, V. Smyntyna, D. Erts, P. Miele M. Bechelany. The influence of localized plasmons on the optical properties of Au/ZnO nanostructures. J. Mater. Chem. C, 2015, 3, 6815–6821,</p>

№	Назви статей та їх анотації
	<p>http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2015/tc/c5tc00964b#!divAbstract Проведено оптичні та структурні експерименти на тонких плівках Si / ZnO, модифікованих ультратонкими шаром золота різної товщини. ZnO одержували шляхом атомарного осадження шару (ALD) та Au шляхом фізичного осадження парів (розпилення). Структурні властивості наноструктур вивчалися за допомогою XRD та AFM. Оптична характеристика проводилася поглинанням, фотолюмінесценцією (ПЛ) та спектроскопічною еліпсометрією (ДЕ). З аналізу оптичних та структурних параметрів виявлено перехід від кластерів до тонких плівок з збільшенням товщини Au. Аналіз оптичних особливостей системи показав, що незначні зміни локальних піків поглинання плазмонів у спектрах значно впливають на складний показник заломлення золотої плівки, і, як наслідок, призводить до сильного посилення пік ультрафіолетового поля в ZnO шар. Обговорювався механізм зшиття оптичних функцій ZnO, змінюючи товщину шар Au. Наші дослідження показали, що за рахунок зміни структурних властивостей тонкого шару золота між субстратом Si і плівкою ZnO ми можемо налаштувати оптичну дисперсію кожного шару і, отже, контроль поліпшення спектрів ZnO PL та гасіння в області довжин хвиль UV-Vis можливо. Для того, щоб застосувати гібридну структуру, що розглядається в різних оптичних додатках, таких як світлодіоди, дисперсія складного показника заломлення компонентів повинна бути оптимізована з урахуванням конкретної цілі</p>
15	<p>I Iatsunskyi, M Kempinski, M Jancelewicz, K Załęski, S Jurga, V Smyntyna, Structural and XPS characterization of ALD Al₂O₃ coated porous silicon, Vacuum 113,2015/3/31, 52-58, https://doi.org/10.1016/j.vacuum.2014.12.015 Al₂O₃ тонкі плівки вирощені на сильнолегованому p-Si (100) макро- і мезопористі структури осадженням атомних шарів (ALD), використовуючи триметилалюмінію (ТМ) і воду як його попередників при 300 ° С. Пористого кремнію (p-Si) зразки виготовлені за сприяння хімічного травлення (МАСЕ). Морфологія саджених плівок і вихідних кремнієвих наноструктур досліджена за допомогою скануючої електронної мікроскопії (СЕМ) з енергією дисперсійної рентгенівської спектроскопії (EDX). Рентгенівська фотоелектронна спектроскопія (РФЕС) була використана для аналізу хімічного елементного складу шляхом спостереження за поведінкою Al 2p, 1s O і C 1s ліній. Розраховано параметр Оже і зв'язування енергетичний аналіз підтвердив утворення Al₂O₃. Вимірювання ширини енергій забороненої зони Al₂O₃ було виконано.</p>
16	<p>Viter R.; Abou Ch. A.; Iatsunskyi I; Nowaczyk G.; Kovalevskis K; Erts D.; Miele P.; Smyntyna V.; Bechelany, M., Tuning of ZnO 1D Nanostructures by Atomic Layer Deposition and Electrospinning for Optical Gas Sensor Applications // Nanotechnology, (2015) V.26, № 10 105501. doi:10.1088/0957-4484/26/10/105501. http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0957%2D4484/26/10/105501/meta Ми вперше дослідили здатність тривимірного поліакрилонітрилу / ZnO матеріалу, приготовленого сполученням електрозв'язку та осадження атомного шару (АЛД) як нового матеріалу з великою площею поверхні, для підвищення ефективності оптичних датчиків для виявлення летючих органічних сполук (ЛОС). Пікова інтенсивність фотолюмінесценції цих одномірних наноструктур була збільшена в 2000 році у порівнянні з плоскою Si-субстратом. Крім того, внаслідок властивостей поліакрилонітрильного нанопроволочного шару: поверхневого штамів, шорсткості та збільшення кількості місць нуклеації у порівнянні з плоскою Si-субстратом спостерігався фазовий перехід із покриття аморфного кристалона ZnO ALD. Значно покращена продуктивність ПЛ на цих наноструктурних поверхнях може призвести до появи збуджувальних матеріалів для імплантації у застосуванні оптичних сенсорів VOC.</p>

Додаток 2 Анотації українською мовою монографій, що наведені у Таблиці 5.

№	Назви монографій та їх анотації
1	<p><u>Valentyn Smyntyna</u>, Vitalii Borshchak and <u>Ievgen Brytavskyi</u>. Nonideal Heterojunctions for Image Sensors // Copyright © 2018 by Nova Science Publishers, Inc. Published by Nova Science Publishers, Inc. † New York.- 175 pp.</p>

№	Назви монографій та їх анотації
	У монографії розглянуті результати дослідження, на основі яких розроблено теорію збудження і переносу нерівноважних носіїв струму в істотно неоднорідних структурах – неідеальних гетеропереходах, на основі яких розроблено і створено ефективні сенсори оптичного і рентгенівського зображення нового типу.

Додаток 3 Анотації українською мовою розділів монографій, що наведені у Таблиці 6.

№	Назви монографій та їх анотації
1	<p>Nanomaterials for Security, NATO Science for Peace and Security Series A: Chemistry and Biology. J. Bonca, S. Kruchinin (eds.), Springer Science+Business Media Dordrecht 2016.: Chapter 18: <u>Ievgen Brytavskyi, Valentin Smyntyna, Vitaliy Borschak</u> Morphological features of nanostructured sensor for X-ray and optical imaging, based on nonideal heterojunction. DOI 10.1007/978-94-017-7593-9_18, p. 227-238. Chapter 20: <u>V.S. Grinevych, L.M. Filevska, V.A. Smyntyna, M.O. Stetsenko, S.P. Rudenko, L.S. Maksimenko, and B.K. Serdega</u>. Characterization of SnO₂ Sensors. Nanomaterials by Polarization Modulation Method. DOI 10.1007/978-94-017-7593-9_20, p.259-266. Chapter 22: <u>A.V. Tereshchenko, V.A. Smyntyna, I.P. Konup, S.A. Geveliuk, M.F. Starodub</u>, Metal oxide based biosensors for the detection of dangerous biological compounds, DOI 10.1007/978-94-017-7593-9_22, pp. 281-288.</p> <p>Chapter 18: Новий наноструктурований датчик для рентгенівських і оптичних зображень був розроблений на основі неідеальних гетеропереходів CdS-Cu₂S. Мікроскопічні дослідження були проведені, щоб визначити оптимальний спосіб виготовлення датчика. Аналіз вихідних даних, встановлених з мікроскопічним порівнянням зображень полікристалічних плівок з різними технологічними параметрами показав, що найбільш однорідна структура поверхні є на тих зразках, на яких CdS шар отримано методом вакуумного термічного випаровування CdS. Цей висновок узгоджується з результатами аналізу вольт-амперних характеристик, які показали наявність високої якості CdS-Cu₂S гетероструктури, отриманої на основі вищезгаданого базового шару. Chapter 20: Поляризаційні характеристики кластерних плівок діоксиду олова вивчені методом модуляції і поляризаційної спектроскопії. Присутність гальванічної провідності в плівках є підставою для реєстрації в ньому поверхневого плазмонного резонансу. Аналіз спектральних характеристик за допомогою розкладання по компонентах Гаусса компоненти вектора Стокса Q пробного випромінювання дав змогу розрахувати параметри виявлених резонансів. Резонансне збудження поляритонів і локалізованих поверхневих плазмонів встановлено. Дисперсійні характеристики нерадіаційних мод поверхневих плазмонів відповідають кластерній структурі шарів. Порівняння чисельних значень констант резонансної релаксації призводить до висновку про можливість застосування одного з них в датчиках. Chapter 22: В даній роботі представлено застосування наноструктур на основі оксидів металів TiO₂ та ZnO в якості платформи оптичних біосенсорів для виявлення деяких небезпечних біологічних сполук – лейкозу та сальмонели. Основна увага приділяється використанню тонких плівок наночастинок TiO₂ і наностержней ZnO на плоскій поверхні. Зміни в спектрах фотолюмінісценції були застосовані в якості сигналу відгука біосенсора для виявлення біомолекул аналітів. Область чутливості біосенсора на основі TiO₂ до антитіл лейкозу становить 2 мкг /мл. Діапазон виявлення антигенів сальмонели біосенсора на основі ZnO становить 102-106 клітин / мл. Отримані результати дають хорошу основу для використання оптичних властивостей оксидів металів напівпровідникових наноструктур в нанобіотехнології.</p>
2	<p><u>V. Grinevych, V. Smyntyna, L. Filevska, S. Savin, B. Ulug</u>. Thermogravimetric study of nano SnO₂ precursors. Nanophysics, Nanomaterials, Interface Studies, and Applications, Chapter 5 in book: Olena Fesenko and Leonid Yatsenko (Editors), Springer Proceedings in Physics 195, Springer International Publishing AG 2017, p.53-61, DOI 10.1007/978-3-319-56422-7_5, http://www.readcube.com/articles/10.1007/978%2D3%2D319%2D56422%2D7_5.</p> <p>Термогравіметричні дослідження двох різних комплексів прекурсорів оксиду олова виконуються для встановлення та порівняння їх основних етапів термічного розкладання. Різноманітність процесів розкладання двох досліджених комплексів встановлюється через</p>

№	Назви монографій та їх анотації
	різницю їх структур: наявність або відсутність скоординованих молекул води. Наявність молекул води полегшує розпушування речовини комплексу при термічному розкладі його і утворює нанорозмірне зерно у наших плівок з оксиду діоксиду.
3	<p>Detection of CBRN – Nanostructures Materials, NATO Science Series, Janez Bonca and Sergei Kruchinin (eds.) Springer Proceedings in Physics, Chapter 5. <u>V. Grinevych, V. Smyntyna, L. Filevska</u>, Nanostructured SnO₂ as CBRN safety material, 2017. Springer International Publishing AG 2018. 20 pp.</p> <p>https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85049996558&doi=10.1007%2F978%2D94%2D024%2D1304%2D5_9&partnerID=40&md5=ebece00b816b6a4d62dcc422407975bf</p> <p>Представлений огляд коротко відображає застосування приладів оксиду олова для пристроїв безпеки протягом останніх 2 років як зручний, дешевий, поширений матеріал з відповідними фізичними та хімічними властивостями. Використання наномасштабних форм SnO₂ розглянуто для декількох типів пристроїв, таких як: газові датчики кондуктометричного типу, електрохімічні датчики, датчики на ППР, матеріал для електродів літій-іонних батарей та сонячних елементів, а також каталітичні добавки для розкладання забруднюючих речовин.</p>
4	<p><u>V. Grinevych, L. Filevska, V. Smyntyna, B. Ulug</u>, The temperature dependent studies of Luminescent in nanosized SnO₂ films. In book: Nanooptics, Nanophotonics, Nanostructures, and Their Applications, Springer Proceedings Phys., Vol. 210, Olena Fesenko and Leonid Yatsenko (Eds), 2018 doi: 978-3-319-91082-6, 448533_1_En, (18)</p> <p>https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85049664776&doi=10.1007%2F978%2D3%2D319%2D91083%2D3_18&partnerID=40&md5=f22975685f520980d3c496a7e323e523</p> <p>Результати низькотемпературних досліджень фотолюмінесценції для нанорозмірних плівок діоксиду олова, отриманих методом золь-гель з використанням полімерів. Плівки SnO₂ демонстрували фотолюмінесценцію при кімнатній температурі в оранжево-червоній спектральній області (1,85-1,9 еВ та 2,32 еВ). В інтервалі 9-300 К, розглядаються температурні відхилення енергетичної і пікової ширини піків. Форма цих залежностей пояснюється температурним гасінням люмінесценції на донорно-акцепторних парах та участю фононів у процесі висвітлення світла.</p>
5	<p><u>Filevska, L., Chebanenko, A., Klochov, M., Grinevich, V., Smyntyna, V.</u> Optical Phenomena in Nanoscale Tin Dioxide Films Obtained by Means of Polymers. In book: Nanophotonik, Nanooptics, Nanobiotechnology and Their Applications, Olena Fesenko and Leonid Yatsenko (Eds), Springer Proceedings in Physics.-2019.- 222.- pp. 87-93.-</p> <p>https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2%2Ds2.0%2D85072101031&doi=10.1007%2F978%2D3%2D030%2D17755%2D3_5&partnerID=40&md5=e85483b05340afac548c89fff3ca5564</p> <p>.- DOI: 10.1007/978-3-030-17755-3_5</p> <p>У статті представлені результати набору досліджень, пов'язаних з оптичними явищами: поглинання, відбиття та кімнатна температура, фотолюмінесценція плівок діоксиду олова (SnO₂), структурованих у процесі виробництва за допомогою полімеру у вихідному розчині. Розрив смуг плівок, оцінений за спектрами відбиття, становив 2,98 еВ (для 0,1% полімеру) та 3,07 еВ (для 1% полімеру). Отримані результати відносяться до обмеження розміру кристала структуруючими молекулами полімеру. На спектрі кривої відбиття спостерігається мінімум на частоті $\nu = 4,25 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$. Концентрація вільного електрона, обчислена з мінімуму спектра кривої відбиття, становила $9,4 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-3}$. Максимальне спектральне положення фотолюмінесценції (PL) не залежить від концентрації полі (вінілацетату) (PVA); однак інтенсивність смуги $\lambda_{\text{max}} = 580 \text{ nm}$ слід за зростанням концентрації ПВА. Спостережувані смуги PL можуть бути пов'язані з променистими переходами електронів із зони провідності SnO₂ до рівнів V₀ (1300) відповідно. З огляду на вищезазначене, отримані результати є перспективними для використання при створенні датчиків детектування оптичних сигналів за допомогою нанорозмірного діоксиду олова.</p>

Додаток 4 Анотації українською мовою монографій, що наведені у Таблиці 7.

№	Назви розділів монографій та їх анотації
1	<p>Неравновесные процессы в сенсорных наноструктурах /Смынтына В.А., Скобеева В.М., Малушин Н.В., Гриневич В.С., Сердега Б.К., Филевская Л.Н., Дойчо И.К., Терещенко А.В., Витер Р.В. Под ред.. Смынтыны В.А. – Одесса: ОНУ, 2015. – 239 с.</p> <p>У монографії розглянуті методи отримання ряду сенсорних наноматеріалів і основні властивості цих наноструктур, якими вони володіють в нерівноважних умовах.</p> <p>Представлені матеріали можуть бути корисними для наукових співробітників, інженерів, що працюють в галузі нанофізики, нанотехнологій, викладачам, докторантам, аспірантам, студентам старших курсів природознавчих спеціальностей університетів.</p>