

Львівський національний університет імені Івана Франка

Фізичний факультет

Звіт про наукову роботу за 2021 р.



Львів – 2021

Звіт
про наукову роботу фізичного факультету у 2021 році

1 Досягнення провідних наукових шкіл за звітний рік.

Теоретична фізика

Запропоновано метод знаходження енергетичних рівнів фізичних систем на квантовому комп'ютері на основі досліджень еволюції середніх значень операторів фізичних величин. На основі запропонованого методу знайдено на квантових комп'ютерах компанії IBM енергетичні рівні сіпнових систем (спін у магнітному полі, ланцюжок спінів, система спінів з інізотропною та анізотропною взаємодіями Ізінга). Обчислено аналітично та за допомогою квантового програмування геометричну міру заплутаності квантових графових станів. Досліджено геометричну міру заплутаності квантових графових станів аналітично та за допомогою квантових обчислень. Досліджено геометричні характеристики еволюційних квантових станів спінових систем з взаємодією Ізінга аналітично та за допомогою квантових обчислень.

Використовуючи означення узгодженості, як міри заплутаності, отримано вирази для стійкості, як міри заплутаності, чистих і змішаних станів двох кубітів. Розроблено протокол для знаходження геометричної міри заплутаності змішаних станів рангу 2, приготовлених на квантовому комп'ютері. Розроблено протоколи для визначення відстаней між станами, які створенні на квантовому комп'ютері. Також, запропоновано протокол для визначення швидкості еволюції стану системи спінів, яка змодельована на квантовому комп'ютері. Дані протоколи протестовані на квантових комп'ютерах компанії IBM.

Отримано рівняння неперервності та точний вираз для потоку густини ймовірності у просторі з довільною деформованою алгеброю з мінімальною довжиною. У координатному представленні потік густини ймовірності представлено у вигляді нескінченного ряду за параметром деформації, який у імпульсному представленні можна записати у точній замкнутій формі, що визначається деформованою кінетичною енергією. Для плоскої хвилі та суперпозиції двох плоских хвиль явно розраховано потік густини ймовірності. Результати також застосовано до задачі про тунелювання через потенціальний бар'єр у просторі з деформованою алгеброю.

Досліджено частинку в однорідному полі у просторі з некомутативністю координат та некомутативністю імпульсів зі збереженою сферичною симетрією та симетрією відносно інверсії часу. Знайдено точні вирази для енергетичних рівнів та хвильових функцій частинки у квантованому просторі. Досліджено рух вільної частинки у просторі з мінімальною довжиною та мінімальним імпульсом. Встановлено залежність параметра деформації від маси при якому вільний рух не залежить від маси частинки та відповлюється слабкий принцип еквівалентності.

Досліджено чорні діри, які володіють як електричним так і магнітним зарядами у чотиривимірній теорії Айнштайна-Борна-Інфельда-анти-де Сіттера з сферичною, планарною та гіперболічною геометріями горизонту. Отримано точні розв'язки для метрики, а також для електричного та магнітного полів, які зводяться до відомих результатів для чорної діри Райснера-Нордстрьома-анти-де Сіттера в границі, коли параметр Борна-Інфельда прямує до безмежності та при відсутньому магнітному зарядові. Отримано розв'язок для статичної сферично-симетричну чорної діри в теорії Айнштайна-Максвелла-Янга-Міллса з дилатонним полем.

Отримано асимптотику ν -нулів (нулів щодо порядку) модифікованої функції Бесселя уявного порядку $K_{iv}(z)$ на підставі квазікласичного наближення для експоненціального потенціалу на позитивній півосі. Цей асимптотичний вираз містить W -функцію Ламберта. Отримана оцінка забезпечує значно вищу точність порівняно з відомими співвідношеннями, що є достатньою для практичного застосування.

Фізика твердого тіла

На кафедрі фізики твердого тіла розвивається новий науковий напрям «Оптичні і електрофізичні властивості наноструктурованих матеріалів, сцинтиляторів і кристалічних фероїків» під керівництвом проф. Капустяника В. Б.

Викладачі і науковці кафедри мають багаторічний досвід роботи і є провідними спеціалістами в області створення тонкоплівкових люмінесцентних систем, володіють знаннями в області фізики механізмів передачі енергії збудження, електронного транспорту, рекомбінаційних процесів, природи і структури центрів свічення в люмінофорах, природи фазових переходів у фероїках, нелінійно-оптичних явищ.

За останній рік цей досвід істотно доповнений освоєними новими технологіями отримання і методами дослідження оптико-спектральних і електрофізичних параметрів наноструктурованих напівпровідників, нелінійно-оптичних матеріалів і мультифероїків.

Активна експлуатація співробітниками кафедри в рамках діяльності Науково-навчального центру «Фрактал» зондового мікроскопа «SolverPro P47-PRO», растрового електронного мікроскопа-мікроаналізатора «РЕММА-102-02» та гелієвого рефрижератора замкнутого циклу стали основою для дослідження різних матеріалів, насамперед наноструктурованих, науковцями усіх природничих факультетів і підрозділів Університету та інших вищих навчальних закладів і наукових установ України та за кордоном.

Продовжуються дослідження сенсорних властивостей наноструктур оксиду цинку. З метою вдосконалення і оптимізації різних варіантів застосування наночастинок ZnO продовжуються дослідження з формування нанокомпозитів ZnO на основі різноманітних полімерних матриць.

Продовжувалась робота над створенням моделей для пояснення магнітоелектричного ефекту у мультифероїках. Отримані нові ефективні магнітоелектричні матеріали на основі органічно-неорганічних фероїків.

За вказаним напрямом систематично захищаються дисертації на здобуття ступеня кандидата фізико-математичних наук.

Продовжувалися дослідження в галузі розробки ефективних сцинтиляторів для реєстрації рідкісних подій. Виявлені нові чутливі сцинтиляційні матеріали, зокрема кристали CsPbVg₃, які належать до класу неорганічних перовскітів.

За останній рік на кафедрі почали розвивати новий науковий напрям - пошук нових фотовольтаїчних матеріалів, зокрема, було створено установку для вимірювання фотовольтаїчних властивостей сегнетоелектриків.

В наукових лабораторіях кафедри фізики твердого тіла працюють 1 доктор фіз.-мат. наук та 8 канд. фіз.-мат. наук. У звітному періоді викладачі кафедри працювали: науковими керівниками (проф. Капустяник В.Б., доц. Турко Б.І.) і співвиконавцями по різних держ-бюджетних темах та колективних грантах.

За результатами досліджень у звітному році опубліковано 1 монографія, 1 навчальний посібник, 27 статей, зроблено 29 доповідей на наукових конференціях, отримано 2 патенти на корисну модель та 3 заявки на корисну модель.

2 Держбюджетні теми

ФФ-83Ф «Квантові ефекти у фізиці одно- і багаточастинкових систем у просторах зі складною структурою», № д/р 0119U002203, 2019–2021 (наук. керівник проф. Ткачук В. М.)

2.1. Резюме

Отримано рівняння неперервності та точний вираз для густини потоку ймовірності в просторі з довільно деформованою алгеброю, яка приводить до мінімальної довжини. Знайдено явно густину потоку ймовірності для плоскої хвилі та суперпозиції двох плоских хвиль. Отримано аналітичні вирази для геометричної міри заплутаності одного спіна з рештою спінів, які перебувають у стані «кота Шредінгера». Приготовлено стан «кота Шредінгера» на квантовому комп'ютері компанії IBM та визначено міру заплутаності. Досліджено чорні діри, які володіють як електричним так і магнітним зарядами у чотиривимірній теорії Айнштейна-Борна-Інфельда-анти-де Сіттера з сферичною, планарною та гіперболічною геометріями горизонту. Отримано точні розв'язки для метрики, а також для електричного та магнітного полів, які зводяться до відомих результатів для чорної діри Райснера-Нордстрьома-анти-де Сіттера в границі, коли параметр Борна-Інфельда прямує до безмежності та при відсутньому магнітному зарядові. Отримано розв'язок для статичної сферично-симетричну чорної діри в теорії Айнштейна-Максвелла-Янга-Мілса з дилатонним полем.

Resume

The continuity equation and exact expression for flow of probability density are obtained in a space with an arbitrary deformed algebra leading to the minimal length. The flow probability density is calculated explicitly for plane wave and for superposition of two plane waves. Analytical expression for the geometric measure of entanglement of one spin with the rest of the spins, which are in the “Schrödinger's cat” state is obtained. On the IBM quantum computer this state is prepared and its entanglement is determined. Black hole solutions with electric and magnetic sources in the four-dimensional Einstein-Born-Infeld-AdS theory with spherical, planar and hyperbolic horizon geometries are studied. Exact solutions for the metric, as well as for the electric and magnetic fields, which are reduced to the known results for the Reisner-Nordstrom-Ads black hole at the boundary when the Born-Infeld parameter goes to infinity and in the absence of magnetic charge are obtained. A solution for a static spherically-symmetric black hole in Einstein's-Maxwell-Young-Mills theory with a dilaton field is obtained.

2.2. К-ть захищених дисертацій співробітниками і аспірантами: 1 докторська дисертація (за звітний рік – немає).

2.3. Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях: всього: 2 монографії, 1 розділ в монографії, 1 підручник, 38 статі, 32 тези (за звітний рік: 1 розділ в монографії, 1 підручник, 11 статей, 7 тез доповідей).

Фл-84П «Нові сплави з аморфними та нанокристалічними фазами для припоїв з широким температурним інтервалом використання» № д/р 0119U002204, 2019-2021, науковий керівник ст. наук.спів., д-р фіз.-мат. наук Плевачук Ю.О..

2.1. Резюме

Отримано результати структури, теплофізичних та механічних властивостей паяних з'єднань. Запропоновано хімічні склади низькотемпературних безсвинцевих і високотемпературних припоїв та рекомендації щодо програмованого контролю процесів паяння легких і тугоплавких металів та композитів на їхній основі. Досліджено основні структурні параметри, температурні і концентраційні залежності електрофізичних, теплофізичних, механічних властивостей розплавів, отриманих у результаті заміщення Ni іншими елементами.

Удосконалено технологію отримання матеріалів для безсвинцевих припоїв у вигляді тонких стрічок товщиною 20-30 мкм методом швидкого загартування. Форма таких стрічок є зручною для паяння широких ділянок з точно визначеними розмірами, що важливо для з'єднання композитів з металевими матрицями.\

The data of structure, thermophysical and mechanical properties of solders and soldered joints are obtained. The chemical compositions of lead-free solders and recommendations for programmable control of soldering processes of alloys and composites based on them are proposed. Implementations in Ukraine and abroad are possible.

The technology of obtaining materials for lead-free solders in the form of thin tapes of 20-30 μm thickness by the method of rapid quenching has been improved. The shape of these tapes is convenient for soldering of wide areas with precisely defined sizes, which is important for the connection of composites with metal matrices.

2.2. К-ть захищених дисертацій співробітниками і аспірантами: 1 докторська дисертація, 3 канд. дисертації.

2.3. Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях:

Всього (за звітний рік): монографії – 1 (1); статті в журналах, що індексуються БД – 20 (5); статті у журналах, що входять до переліку фахових видань України – 11 (4).

Фе-85 Нр «Електронні та екситонні стани в новітніх іонних напівпровідниках типу органічно–неорганічних перовськітів», номер державної реєстрації: 0119U002205, керівник: с.н.с. Малий Тарас Сергійович, термін виконання: 01.01.2019-31.12.2021

2.1. Резюме Проведено теоретичні розрахунки зонних енергетичних схем перовськітів в рамках загально-прийнятої моделі екситонів Ваньє-Мотта з використанням квантово-механічних підходів. Розраховано величини обмінної взаємодії на основі хвильових функцій, які отримувалися з першопринципних зонних енергетичних розрахунків кристалів. Запропоновано моделі екситонів та їхні особливості в залежності від розмірів наночастинок спираючись на особливості взаємодії електромагнітного випромінювання з речовиною за умови просторового обмеження – проявів квантово-розмірного ефекту, когерентності екситонів, впливу структури поверхні, співвідношення між просторовими параметрами релаксації електронних збуджень та розмірами наночастинок.

Résumé

Energy band structure calculations of perovskites within the framework of the generally accepted model of Vanier-Mott excitons using quantum-mechanical approaches were performed. The values of the exchange interaction are calculated on the basis of the wave functions obtained from the first-principal band structure calculations of the crystals. The exciton models and their features depending on the sizes of nanoparticles are proposed based on the peculiarities of interaction of electromagnetic radiation with matter within spatial constraint - quantum-size effect, coherence of excitons, surface structure influence, relation between spatial parameters of electronic excitation relaxation and the size of nanoparticles.

2.2. К-ть захищених дисертацій співробітниками і аспірантами: 0 кандидатська та 0 докторська дисертація (за звітний рік – 0 докторська дисертація).

2.3. Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях – всього: 1 монографія, 16 статей, 10 тез доповідей (за звітний рік: 0 монографія, 5 статей, 3 тези доповідей).

Фз-08 Ф «Трансформація оптико-електронних параметрів і структура нових кристалічних матеріалів для сенсорної техніки та оптоелектроніки».

Науковий керівник – Стадник Василь Йосифович, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри загальної фізики.

Номер держреєстрації – № 0120U102320.

Термін виконання – 1.05.2020 – 31.12.2022

Штатні працівники: 3 с.н.с. (к.ф.-м.н.), 1 інж. 1к.;

Сумісники: 1 гол.н.с. (проф., д.ф.-м.н.), 2 пров.н.с. (проф., д.ф.-м.н.), 1 с.н.с. (к.ф.-м.н.).

2.1 Резюме (0,3 с.):

Досліджено температурні, спектральні та баричні залежності двоприменезаломлення Δn_i кристалів сульфату калію з 1,7 % домішкою міді. Установлено, що введення домішки змінює абсолютну величину Δn_i і приводить до збільшення температурної залежності $\Delta n_i(T)$. Показано, що в домішковому кристалі сульфату калію виникають ізотропні точки, які зміщені в бік нижчих температур на 5 К і 11 К, відповідно, у порівнянні з чистим кристалом. Установлено, що одновісні напруження змінюють величину абсолютних значень Δn_i , а також область існування ізотропного стану. Побудовані узагальнені температурно-спектрально-баричні діаграми ізотропного стану домішкового кристалу сульфату калію, які дають можливість використовувати їх в якості кристалооптичного датчика температури та тиску.

The temperature, spectral, and baric dependences of the birefringence Δn_i of potassium sulfate crystals doped with 1.7% of copper are studied. The introduction of the impurity is established to change the absolute value of Δn_i and leads to an increase in the temperature dependence $\Delta n_i(T)$. It is shown, that isotropic points appear in the impurity potassium sulfate crystal, and are shifted towards lower temperatures by 5 K and 11 K, respectively, in comparison with the corresponding of pure crystal. It is established, that uniaxial stresses change the absolute values of Δn_i , as well as the region of existence of the isotropic state. Generalized temperature-spectral-baric diagrams of the isotropic state of the impurity potassium sulfate crystal are constructed, making it possible to use it as a crystal-optical sensor of temperature and pressure.

2.3. Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях:

За звітний рік опубліковано 1 монографія, 1 навчальний посібник, 6 статей (з них 6 статті у Scopus), 4 тези доповідей.

Фт-16П «Новітні монокристалічні, композитні і низькорозмірні матеріали на основі фероїків, широкозонних напівпровідників і діелектриків», 0121U109624; Капустяник Володимир Богданович (д.ф.-м.н., професор) 2021 – 2022 рр.

Узагальнені результати виконання теми (за весь час дії теми (для завершених) та за звітний рік зокрема):

Публікації у журналах, що входять до наукометричних баз даних з індексом $SNIP \geq 0,4$ – 3. Публікацій у журналах що входять до переліку фахових видань України та мають ISSN – 1. Статті у закордонних журналах, що не увійшли до пп.10.1 – 2. Англomовні тези доповідей у матеріалах міжнародних конференцій, що індексуються науково-метричними базами даних WoS або Scopus – 2. Тези доповідей на міжнародних наукових конференціях – 11. Патентів України - 1. Захист кандидатських дисертацій – 1. Захист магістерських робіт по тематиці НДР – 3. Анотований звіт.

2.1 Резюме.

Запропонована технологія отримання монокристалів фероїків і сцинтиляторів, термохромних мікрокомпозитів, нанокompозитів «сегнетоелектричний монокристал+наночастинки срібла» та інших типів метал-діелектричних композитів. Отримано нові знання про вплив сегнетоелектричного фазового переходу на поверхневий плазмонний

резонанс у наночастинках; про структурні, електронні, оптичні і сенсорні властивості тонких плівок ZnO, легованих атомами алюмінію та ітрію і нанокластерів ZnO; про розчинність азоту та галію з джерела GaN при вирощуванні монокристалів за умов високого тиску (6–8 ГПа) та температури (1800-2000 °С) в таких матеріалах: залізо, нітрид заліза та сплав кобальт-хром. У попередніх дослідженнях експериментально виявлено вплив заряду підкладки на спектри ППР золотих наночастинок, нанесених на Z-зріз ніобату літію. Для пояснення цих даних в рамках виконання цього етапу проекту удосконалено модель методу дискретних диполів, яка дає можливість врахувати вплив поля при моделюванні. Вперше проведено дослідження впливу спонтанної поляризації на параметри смуг ППР у системах «сегнетоелектричний кристал+наночастинки срібла» і запропонована модель, яка пов'язує аномальну поведінку параметрів смуги ППР в околі точки Кюрі T_c з утворенням дипольних кластерів з певною орієнтацією сумарного дипольного моменту по відношенню до поверхні кристала. На основі проведених досліджень продемонстровано доцільність розширення діапазону використання уже відомих сцинтиляторів CsPbBr₃ на область низьких температур (починаючи з 4,2 К) в криогенних фонон-сцинтиляційних детекторах з метою реєстрації іонізуючого випромінювання і рідкісних подій у фізиці високих енергій і ядерній фізиці.

2.2 Захищені дисертації співробітниками, докторантами та аспірантами (назва, ПІБ);

Грицак Лілія Романівна. – Синтез і характеристика матеріалів з різною розмірністю на основі ZnO. – Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії, спеціальність 105 «Прикладна фізика та наноматеріали», галузь знань 10 «Природничі науки». Науковий керівник – Капустяник В.Б. (захист – 22.04.2021 р.)

2.3 Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях;

1. Novosad S. S. Luminescence of materials based on CdBr₂ and ZnO / S. S. Novosad, I. S. Novosad, V. I. Turko, I. D. Karbovnyk // Scholars' Press. Chisinau. – 2021. – 0-132 p.
2. Ільчук Г. Атомна фізика: збірник задач / Г. Ільчук, О. С. Кушнір, О. В. Бовгира, А. Кашуба // Видавництво Львівської політехніки. Львів. – 2021. – 0-220 с.

2.4 Подані заявки, отримані патенти на винахід (корисну модель):

1. Патент на корисну модель №148171 Україна МПК С09К 11/06, H01L 51/52. Спосіб одержування нанокompозитного матеріалу на основі ZnO та Alq₃. Турко Б. І., Карбовник І. Д., Серкіз Р. Я., Васільєв В. С., №u202100757 Заявл. 23.02.2021 р. Опубл. 14.07.2021, Бюл. №28. Власник ЛНУ імені Івана Франка.
2. Патент на корисну модель №148180 Україна МПК С09К 11/06, H01L 51/52. Нанокompозитний люмінофор на основі ZnO та Alq₃. Турко Б. І., Карбовник І. Д., Серкіз Р. Я., Васільєв В. С., №u202101162 Заявл. 10.03.2021 р. Опубл. 14.07.2021, Бюл. №28. Власник ЛНУ імені Івана Франка.
3. Заявка на корисну модель МПК С09К 11/06, H01L 51/52. Спосіб одержування нанокompозитного матеріалу на основі ZnO та Alq₃. Турко Б. І., Карбовник І. Д., Серкіз Р. Я., Васільєв В. С., №u202100757 Заявл. 23.02.2021 р. Заявник ЛНУ імені Івана Франка.
4. Заявка на корисну модель МПК С09К 11/06, H01L 51/52. Нанокompозитний люмінофор на основі ZnO та Alq₃. Турко Б. І., Карбовник І. Д., Серкіз Р. Я., Васільєв В. С., №u202101162 Заявл. 10.03.2021 р. Заявник ЛНУ імені Івана Франка.

2.5 Інше (макети приладів, нові методики, технології, експериментальні зразки матеріалів, рекламна діяльність тощо).

Доц. Турко Б.І є науковим керівником науково-дослідної держбюджетної прикладної теми НТ-86П «Новітні композитні та низькорозмірні матеріали для потреб відновлювальної енергетики, сенсорики, мікро- та оптоелектроніки» (№ держреєстрації 0119U002206).

Відповідно до технічного завдання опубліковано зі співавторами монографію «Luminescence of Materials Based on CdBr₂ and ZnO», три зі шести друкованих аркуші якої віднесено до даної НДР. Створено світловипромінювальні діодні гетероструктури на основі

органічних плівок Alq_3 та DCM. Досліджено вплив легування на край власного поглинання плівок $\text{ZnO}:\text{Co}$ та $\text{ZnO}:\text{Y}$ отриманих ВЧ магнетронним розпиленням. Проведено моделювання структури тонких плівок ZnO під впливом домішок різної концентрації атомів III групи елементів періодичної таблиці та визначено основні параметри електронного спектру цих структур.

ФФ-11Нр «Еволюція матерії у Всесвіті та квантованість простору на планківських масштабах», № д/р 0121U100058, 2021–2023 (наук. керівник доц. Гнатенко Х. П.)

2.1. Резюме

Розроблено метод побудови мережі великого масштабу, базованої на даних космологічного багаточастинкового моделювання MDR1. Досліджено властивості порожнин у розподілі матерії за даними космологічного багаточастинкового моделювання MDR1. Розроблено модель внутрішньої структури планетарної туманності з врахуванням дії зоряного вітру та протестовано її на областях іонізованого гідрогену. Запропоновано новий підхід у теорії обертових політроп та вироджених карликів. Розраховано макроскопічні характеристики як функції кутової швидкості та індекса політропи або параметра релятивізму та кутової швидкості. Встановлено ефект відхилення поверхні політропи при заданому значенні кутової швидкості від поверхні асоційованого еліпсоїда обертання. Було вивчено можливість використання спектроскопічних даних для класифікації та передбачення фотосферної сонячної активності на базі вимірювання супутника IRIS. Досліджено рух тіла в просторі-часі, що задається метрикою Шварцшильда, у випадку деформованих лоренц-коваріантних дужок Пуассона та проаналізовано вплив квантованості простору на прецесію орбіт планет. Виконано розрахунки співвідношення маса-радіус для білих карликів у моделі Чандрасекара у деформованому просторі із різними значеннями параметра деформації, проаналізовано можливість встановлення обмежень на цей параметр за допомогою даних про спостережувані білі карлики. Знайдено енергетичні рівні частинки в однорідному полі у квантованому просторі, який описується сферично-симетричною алгеброю з некомутативністю координат та некомутативністю імпульсів канонічного типу.

Resume

A method for constructing a large-scale network based on the data of cosmological N-body simulation MDR1 has been developed. The properties of the voids in the distribution of matter in the data of cosmological multiparticle modeling MDR1 are investigated. A model of the internal structure of the planetary nebula has been developed taking into account the action of the stellar wind and tested on regions of ionized hydrogen. A new approach in the theory of rotational polytropes and white dwarfs has been proposed. Macroscopic characteristics have been calculated as a function of angular velocity and polytropic index or relativistic parameter and angular velocity. The deviation effect of the polytrope surface at fixed value of angular velocity from the surface of associated rotational ellipsoid has been established. The possibility of using spectroscopic data to classify and predict photospheric solar activity based on IRIS satellite measurements was studied. The motion of a body in spacetime given by the Schwarzschild metric in the case of deformed Lorentz-covariant Poisson brackets is studied, and the influence of space quantization on the precession of planetary orbits is analyzed. The mass-radius relation for white dwarfs has been calculated in a quantized space with different values of parameter of deformation. A possibility of setting a constraint on this parameter with the help of data about observed white dwarfs has been analyzed. Energy levels of a particle in a uniform field have been found in the quantized space described by rotationally-invariant noncommutative space with noncommutativity of coordinates and noncommutativity of momenta.

2.2. К-ть захищених дисертацій співробітниками і аспірантами: немає

2.3. Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях – всього: 1 навчальний посібник, 6 статей, 13 тез доповідей, розділ монографії англійською мовою прийнято до друку

(за звітний рік: 1 навчальний посібник, 6 статей, 13 тез доповідей, розділ монографії англійською мовою прийнято до друку).

ФЛ-17П «Синтез, структура та властивості нанокompозитних матеріалів на основі легких високоентропійних сплавів», № д/р 0121U109730, 2021–2022 (наук. керівник С.І. Мудрий).

2.1. Резюме

Досліджено моделі атомної структури, основні структурні параметри, температурні і концентраційні залежності густини, електропровідності, термо-е.р.с., в'язкості легких високоентропійних сплавів на основі систем AlSiMgZnSn, AlSiCuZnSn, AlCuMgTiZn, AlMgNiTiZn різного складу залежно від вмісту та природи компонент сплаву

Показано, що в сплавах AlCoCuFe, AlCoCuFeNi та AlCoCrCuFeNi формується двофазова суміш твердих розчинів з ОЦК та ГЦК ґратками. При зменшенні частки атомів Al прослідковується тенденція до розупорядкування твердого розчину ОЦК фази. Встановлено, що сплави характеризуються дендритною будовою, в якій збагачена Cu ГЦК-фаза виділяється в проміжках між дендритами основної ОЦК-фази. Виявлено кореляцію мікротвердості сплавів з об'ємною часткою фазових складових та їхніми термодинамічними характеристиками.

2.2. К-ть захищених дисертацій співробітниками і аспірантами: немає

2.3. Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях – всього: 5 статей, 11 тез доповідей.

П2-БФ. Тематичний напрямок "Нові речовини, матеріали, види матерії та підходи до енергозбереження та охорони довкілля", № д/р 0121U113567, 01.07.2021–31.12.2021 рр. (наук. керівник проф. Волошиновський А. С.). Обсяг коштів, виділених на виконання досліджень у 2021 році: 498 855 грн.

2.1. Резюме

Дослідження у рамках даного наукового напрямку спрямовано на синтез та з'ясування фізичних властивостей нових неорганічних та органічних сполук, твердих розчинів, а також полімерних композитів на їхній основі, які можуть бути використані для створення нових матеріалів для перетворення та зберігання енергії та в інших галузях функціональної електроніки. Зокрема для реєстрації та перетворення електромагнітного випромінювання в світлову та інші види енергії, для розробки нових економічних люмінесцентних джерел випромінювання, швидкісних детекторів іонізуючого випромінювання, фотоелектричних перетворювачів.

Вирощено монокристали CsPbBr₃, CsPbCl₃ чисті та активовані ізо- та гетеровалентними домішками. Синтезовано наночастинки CsPbBr₃ із розмірами 6-15 нм. Отримано параметри люмінесценції монокристалів та наночастинок за температур 10-300 К в часовому інтервалі 10⁻¹⁰-10⁻⁶ с. Запропоновано механізми екситонних процесів в кристалах CsPbBr₃, CsPbCl₃ та CeX₃ (X = F, Cl, Br).

Research in this field is aimed at the synthesis and elucidation of physical properties of new inorganic and organic compounds, solid solutions, and polymer composites based on them, which can be used to create new materials for energy conversion and storage and in other areas of functional electronics. In particular, for the registration and conversion of electromagnetic radiation into light and other types of energy, for the development of new economical fluorescent radiation sources, high-speed detectors of ionizing radiation, photoelectric converters. CsPbBr₃ and CsPbCl₃ single crystals were grown pure and doped by iso- and heterovalent impurities. CsPbBr₃ nanoparticles with sizes of 6-15 nm were synthesized. The luminescence parameters of single crystals and nanoparticles at

temperatures of 10-300 K in the time interval of 10^{-10} - 10^{-6} s have been obtained. The mechanisms of exciton processes in CsPbBr₃, CsPbCl₃ and CeX₃ crystals (X = F, Cl, Br) are proposed.

2.3. Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях: 13 статей, 7 тез, 1 монографія, 1 посібник.

3. Теми, які виконуються в межах робочого часу викладачів.

У 2021 році немає.

4. Господогіврна тематика

Грант Національного державного фонду України **2020.02/0196** «Дослідження фізичних систем та ефектів квантованості простору на квантових комп'ютерах», 2020–2022 (наук. керівник проф. Ткачук В. М.)

Узагальнені результати виконання теми (за весь час дії теми (для завершених) та за звітний рік зокрема):

4.1. Резюме

Досліджено геометричні характеристики (кривизна та кручення) станів еволюції спінових систем, які описуються моделлю Ізінга та Гайзенберга на квантовому комп'ютері. Встановлено зв'язок геометричних характеристик із запутаністю квантових станів. Написано та реалізовано квантові протоколи для приготування графових станів, які генеруються оператором еволюції з гамільтоніанами Ізінга та Гайзенберга. Встановлено зв'язок властивостей спінових систем, які знаходяться в графових станах, з характеристиками відповідних графів. Обчислено на квантових комп'ютерах фірми ІВМ геометричну міру запутаності графових станів, які генеруються оператором еволюції з гамільтоніаном Ізінга та Гайзенберга. Знайдено зв'язок запутаності графових станів зі ступінню вузлів відповідних графів. Обчислено геометричну міру запутаності неперервних систем.

Résumé

The geometrical characteristics (curvature and torsion) of the states of evolution of spin systems, which are described by the Ising model were studied on a quantum computer. The relation of geometrical characteristics with the entanglement of quantum states was found. Quantum protocols were created and implemented for the preparation of graph states generated by the evolution operator with the Ising and Heisenberg Hamiltonians. The relation of properties of spin systems in graph states with the characteristics of the corresponding graphs was found. The geometric measure of the entanglement of graph states generated by the evolution operator with the Ising and Heisenberg Hamiltonians was calculated on IBM's quantum computers. The relation of entanglement of graph states with the vertex degree in the corresponding graphs was found. A geometric measure of the entanglement of continuous variable systems was obtained.

4.2. К-ть захищених дисертацій співробітниками і аспірантами: немає.

4.3. Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях: 5 статей у журналах Q1, Q2, 3 препринти, 6 тез доповідей.

Грант Національного державного фонду України **2020.02/0211** «Експериментально-теоретичне вивчення і прогнозування фотопружних властивостей кристалічних матеріалів для пристроїв керування електромагнітним випромінюванням», Керівник проекту: проф. Мицик Б. Г. (Фізико - механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України).

Залучені науковці фізичного факультету: проф. Стадник В.Й., ст.н.сп. Рудиш М.Я., доц Щепанський П.А.

4.1 Резюме:

На даному етапі проекту досліджено температурну і спектральну залежності головних показників заломлення та двоприменезаломлення кристалів $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$. Встановлено, що двоприменезаломлення досліджуваних кристалів достатньо чутливе до дії одновісних тисків уздовж головних кристалофізичних напрямків. Визначено спектральні (300...700 нм) і температурні (77...300 К) зміни комбінованих п'єзооптичних коефіцієнтів кристалів $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$ та встановлено, що характер їх аномалій під час фазових переходів (зміна нахилу кривих $\pi_{im}^0(T)$) відповідає характеру аномальних змін показників заломлення і двоприменезаломлення.

Підготовлено та прийнято до друку статтю

4.2 Захищені дисертації співробітниками, докторантами та аспірантами (назва, ПІБ);

4.3 Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях;

Опубліковано 3 статті що індексуються у Scopus, 5 тези доповідей.

Грант Національного державного фонду України **2020.02/0130** «Багатофункціональні органічно-неорганічні магнітоелектричні, фотовольтаїчні і сцинтиляційні матеріали», науковий керівник – проф. Капустяник В.Б., термін виконання – 2020-2022, 9 виконавців, з них 1 д.н., 3 к.н.

Узагальнені результати виконання теми (за весь час дії теми (для завершених) та за звітний рік зокрема):

4.1 Резюме:

Проведено порівняльний аналіз експериментальних даних і результатів комп'ютерного моделювання щодо магнітних властивостей і магнітоелектричних взаємодій у фероїках і мультифероїках, а також інтерпретація природи магнітного і сегнетоелектричного впорядкування та магнітоелектричних взаємодій у досліджуваних фероїках і мультифероїках.

4.2 Захищені дисертації співробітниками, докторантами та аспірантами (назва, ПІБ);

4.3 Опубліковані монографії, підручники, навчальні посібники, словники, переклади наукових праць, кількість статей, тез доповідей на конференціях;

Опубліковано 3 статті у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science, Scopus та інших, 2 тези доповідей, 1 заявка на корисну модель та 2 статті прийнято до друку.

4.4 Подані заявки, отримані патенти на винахід (корисну модель);

Заявка на корисну модель МПК G02F 1/00. Спосіб отримання композитного матеріалу з покращеними термохромними властивостями. Скальський В. Р., Семак П. М., Капустяник В. Б., Семак С. І., Чорній Ю. В., № u 202103441 Заявл. 26.07.2021 р. Заявник(и) ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України, ЛНУ імені Івана Франка.

4.5 Інше (макети приладів, нові методики, технології, експериментальні зразки матеріалів, рекламна діяльність тощо).

Доц. Турко Б.І та зав.лаб. Садовий Б.С. залучені як співвиконавці гранту Національного державного фонду України **2020.02/0217** «Світлогенеруючі низькорозмірні структури з поляризованою люмінесценцією на основі органічних і неорганічних матеріалів», науковий керівник – доц. Карбовник І.Д., термін виконання – 2020-2022.

Синтезовано і досліджено оптичні властивості ZnO мікроструктур, Alq_3 і DCM наночарів як матеріалів для OLED з поляризованим світлінням.

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

- Члени спеціалізованої Вченої ради Д 35.051.09 при Львівському національному університеті імені Івана Франка: проф. Волошиновський А.С., проф. Якібчук П. М., проф. Мудрий С. І., проф. Щерба І. Д., гол.н.сп. Склярчук В.М., гол.н.сп. Плевачук Ю.О., проф. Ваврух М.В., , проф. Капустяник В.Б., проф. Ткачук В.М., проф. Стадник В.Й., проф. Ровенчак А.А.
- Члени спеціалізованої Вченої ради Д.35.156.01 при Інституті фізики конденсованих систем НАН України (м. Львів): проф. Щерба І. Д.
- Члени редколегії «Журналу фізичних досліджень»: проф. Ткачук В.М., проф. Романюк М.О., проф. Ровенчак А.А., проф. Ваврух М.В., проф. Капустяник В.Б., гол.н.сп. Плевачук Ю.О.
- Члени редколегії «Вісника Львівського університету. Серія фізична»: проф. Якібчук П. М., проф. Волошиновський А.С., проф. Ткачук В.М., проф. Мудрий С. І. проф. Романюк М.О., проф. Вістовський В.В., проф. Ваврух М.В., проф. Капустяник В.Б., проф. Стадник В.Й., проф. Щерба І. Д., доц.. Королишин А.В., гол.н.сп. Склярчук В.М., с.н.с. Мелех Б.Я.
- Експерти Наукової ради МОН України: *проф. Ткачук В. М., проф. Ровенчак А. А* (секція «Загальна фізика»).
- *Проф. Ровенчак А. А* – член редколегії журналу «Glottometrics»; член Наукової ради з проблеми «Фізика низьких температур і криогенна техніка» при Відділенні фізики і астрономії НАН України.
- С.н.с. Мелех Б.Я. – член спеціалізованої вченої ради з захисту докторських та кандидатських дисертацій Д41.051.04 в Одеському національному університеті імені І.І.Мечникова, член науково-методичної комісії 6 (з біології, природничих наук та математики, підкомісії спеціальності 104. “Фізика та астрономія” сектору вищої освіти Науково-методичної ради Міністерства освіти і науки України, член редколегії журналу «Вісник Львівського національного університету. Серія фізична», заступник голови ради наукових експертів МОН України секції «Ядерна фізика, радіофізика та астрономія», співавтор Стандарту вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія (наказ МОН України №1425 від 17.11.20).
- *Проф. Стадник В.Й.* – голова експертної комісії з акредитації освітньо-професійної програми «Фізика приладів, елементів і систем зі спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали за другим магістерським рівнем вищої освіти та голова екзаменаційної комісії з атестації здобувачів вищої освіти за напрямом підготовки 6.040203 «Фізика» у Дрогобицькому педагогічному університеті ім. І. Франка; член науково-методичної комісії з фізики та астрономії (104), член акредитаційної комісії вищих навчальних закладів і спеціальностей у вищих навчальних закладах та член експертної комісії з матеріалознавства з експертної оцінки наукових проектів МОН України; член спеціалізованої вченої ради Д 35.051.09 при ЛНУ імені Івана Франка та член редколегій «Вісника Львівського університету. Серія фізична» та «Військово-технічного збірника» Національної академії сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного.
- *Ст. наук. сп. Рудий М.Я.* – член експертної комісії при Міністерстві освіти і науки України з експертної оцінки наукових проектів молодих вчених, які виконуються вищими навчальними закладами III – IV рівня акредитації за рахунок коштів загального фонду держбюджету України.
- *Доц. Гнатенко Х. П.* – заступник Голови секції “Сучасне машинобудування, інтелектуальний, «зелений» та інтегрований транспорт; розвиток галузі ядерної фізики, радіофізики, астрономії та ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, військової

техніки ”Експертної ради МОН з експертизи наукових робіт, науково-технічних (експериментальних розробок) молодих вчених, які працюють (навчаються) у ЗВО та НУ, що належать до сфери управління МОН; експерт за фаховими напрямком Експертної ради МОН: «Нові технології розвитку: транспортної системи, у тому числі розумний, зелений та інтегрований транспорт; ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування; озброєння та військової техніки; дослідження з найбільш важливих проблем ядерної фізики, радіофізики та астрономії»; експерт за науковим напрямком «Природничі, технічні науки і математика» конкурсів Національного фонду досліджень.

Опонування дисертацій:

1. *С.н.с. Мелех Б.Я.* – офіційний опонент докторської дисертації дисертації Колеснікова Сергія Вячеславовича «Особливості поляризованого випромінювання небесних тіл різної природи», поданої на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.03.02 – астрофізика, радіоастрономія, яка була подана до захисту у Спеціалізованій вченій раді ОНУ ім. І.І. Мечникова. У відгуку зазначив, що у поданій дисертації неможливо виділити особистий внесок автора у представлених результатах досліджень, а також зазначив, що автор проводив дослідження у КрАО вже під час окупації Криму російською федерацією. Також у відгуку є запитання стосовно можливості застосування приладів, у розробці та модифікації яких брав участь дисертант, зокрема поляриметра, який залишився у КрАО, для дослідження штучних супутників Землі (малися на увазі спеціалізовані супутники країн ЄС та США – держав-союзниць України). Перед захистом, як і передбачав в одному своїх зауважень в офіційному відгуку Мелех Б.Я., співавтори праць дисертанта висловили претензії до здобувача і він зняв свою дисертацію з захисту.
2. *Проф. Ваврух М.В.* – офіційний опонент дисертаційної роботи Дойкова Дмитра Миколайовича “Спектроскопія дифузних середовищ у γ - та оптичному діапазонах”, поданої на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.03.02 – астрофізика, радіоастрономія. Захист на засіданні спецради Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова Д41.051.01.
3. *Проф. Капустяник В.Б.* – офіційний опонент дисертаційної роботи Вдовича А. С. «Вплив електричних полів і механічних напруг на фізичні властивості сегнетоактивних сполук типу лад-безлад», поданої на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла (захист відбувся 5.05.2021 р.)
4. *Проф. Ткачук В. М.* – опонент PhD thesis Boris Ivetić “Geometry of the energy-momentum manifold and Poincare symmetry”, Віденський університет (Австрія), 2020.
5. *Проф. Ткачук В. М.* – офіційний опонент кандидатської дисертації: Дубленич Ю. І. «Фазова поведінка деяких псевдоспінових та псевдоспін-електронних моделей» (захищено 20.04.2021 р. в ІФКС НАН України).
6. *Проф. Ровенчак А. А.* – опонент докторської дисертації: Дудка М. Л. «Критичні властивості магнетиків: вплив структурного безладу, анізотропії, фрустрацій» (захищено 23.12.2020 р. в ІФКС НАН України).
7. *Проф. Ровенчак А. А.* – опонент докторської дисертації: Величко О. В. «Застосування квантових ґраткових моделей для опису систем з адсорбованими чи інтеркальованими частинками та оптичних ґраток» (захищено 07.04.2021 р. в ІФКС НАН України).

Відгуки на автореферати:

1. *Проф. Стадник В.Й.* – відгук на автореферат канд. дис. Скубенич К. В. «Механічні властивості суперіонних провідників зі структурою аргіродиту та композитів на їх основі» (Ужгородський національний університет).

2. Проф. Демків Т.М. – рецензент кандидатської дисертації Грицак Л. «Синтез і характеристика матеріалів з різною розмірністю на основі ZnO».
3. Проф. Ровенчак А. А. – відгук на автореферат докторської дисертації: Павлишенко Б. М. «Методи інтелектуального аналізу консолідованих даних для підтримки прийняття рішень» (ХНУРЕ).

Відгуки на монографії, посібники:

1. Проф. Стадник В.Й. – рецензент посібника «Фізика, фізичні методи дослідження сировини та біологічних об'єктів», Автори: проф. Коструба А.М., проф. Федішин Я.І., ст. викл. Саварин В.І., асист. Вихрист О.М.
2. Проф. Демків – рецензент навчально-методичний посібника «Методи та прилади медичної діагностики. Лабораторний практикум». Автори: Бордун О., Вороняк М., Кухарський І., Медвідь І., Пташник В.

6 Зовнішні зв'язки

6.1 Співпраця з науковими установами НАН України та галузевих академій наук України (наукові стажування, кількість спільних публікацій, спільні наукові заходи).

Кафедра теоретичної фізики

- Інститут фізики конденсованих систем НАН України (м. Львів): 1 спільна стаття.
- Науковці кафедри теоретичної фізики та ІФКС спільно беруть участь у конференціях та семінарах, які організують обидві сторони.
- Науковці ІФКС беруть участь у роботі спеціалізованої вченої ради Д 35.051.09.

Кафедра загальної фізики

- Інститут фізичної оптики Міністерства освіти і науки України (м. Львів).
- Інститут скінтіляційних матеріалів НАН України (м. Харків).
- Інститут проблем матеріалознавства НАН України (м. Київ) – 3 спільні публікації.

Кафедра експериментальної фізики

- Інститут фізики конденсованих систем НАН України (м. Львів): виконання магістерських і курсових робіт на базі ІФКС.
- Науковці кафедри теоретичної фізики та ІФКС спільно беруть участь у конференціях та семінарах, які організують обидві сторони.

6.2 Співпраця із закордонними науковими установами та фірмами (наукові стажування, гранти (додаток 3), контракти, кількість спільних публікацій, спільні наукові заходи, запрошення закордонних науковців).

Кафедра астрофізики

Спільна публікація зав. каф. Мелеха Б.Я. з проф. Г.Генслером та др. С.Реккі (кафедра астрофізики Віденського університету, Австрія).

Кафедра загальної фізики

- Інститут фізики Польської Академії наук (м. Варшава, Польща).
- Університет кардинала Стефана Вишинського (м. Варшава, Польща). – 1 спільна публікація.
- Університет ім. Яна Длугоша в Ченстохові (Ченстохова, Польща). – 7 спільних публікацій. Міхал Пясецький (Michał Piasecki) член програмного комітету конференції „ЕВРИКА-2021”.

- Ченстоховський політехнічний університет (Польща).– 1
- Кошалінський технологічний університет (Польща).
- Інститут фізики твердого тіла, Латвійського університету (Рига, Литва) – 2 спільні публікації.
- Університет Тарту (Тарту, Естонія) – 5 спільних публікацій.
- Чунцинський університет пошт і телекомунікації, (Чунцин, Китай) – 1 спільна публікація. – 5 спільних публікацій.
- Християнський університет Чунг Юань (Таоюань, Тайвань, Китай) – 1 спільна публікація.

Кафедра теоретичної фізики

- Університет Зельної Гури (Польща): проведення конференції WCPP2021 (25–28 жовтня 2021 р., Львів);
- Університет Зельної Гури (Польща): проф. Анджей Дзевінський (Andrzej Drzewiński) перебував у Львові на стажуванні в межах програми Erasmus+;
- Університет Зельної Гури (Польща): проф. Гіоргі Мелікідзе (Giorgi Melikidze) – член редколегії «Журналу фізичних досліджень»;
- Вроцлавський університет (Польща), Університет Зельної Гури (Польща) проведення секційного засідання “Фундаментальні проблеми квантової механіки, квантова інформації та квантові обчислення” (організатори проф. Ткачук В. М., доц. Гнатенко Х. П.) в рамках Всеукраїнської конференції наукових дослідників (Львів, 19-25 вересня 2021 року).
- Інститут фізичної хімії ПАН (Варшава, Польща) – 1 спільна стаття.;
- Університет імені Яна Коменського (Братислава, Словаччина): міждисциплінарні дослідження;
- Папський Університет Святого Хреста – міждисциплінарні дослідження: «Ancers Project» (керівник: проф. J. Léal);
- Лабораторія LLACAN, Нац. Інститут східних мов і культур INALCO (Париж) – міждисциплінарні дослідження, проекти «Corpus Bambara de Référence», «Corpora for Manding Languages»;
- Технологічний Університет (Ченстохова, Польща) – 1 спільна стаття;
- Віденський університет (Австрія);
- Вільний університет Брюсселя (Бельгія);
- Університет Мартіна Лютера (Галле-Віттенберг, Німеччина): д-р габ. Ярослав Павлюх (Yaroslav Pavlyukh) – член редколегії «Журналу фізичних досліджень»;
- Університет ім. Тона Дика Тханга, Хошимін, В’єтнам): проф. Пінакі Рой (Pinaki Roy) – член редколегії «Журналу фізичних досліджень»;
- Університет Калькутти (Індія);
- Єльський Університет (Нью-Гейвен, США).
- SoftServe Inc (США).

Кафедра експериментальної фізики

- Проводяться спільні роботи з Вроцлавським (проф. Чапля З.) та Познанським (проф. Станковська Я.) університетами (Польща).

Кафедра фізики твердого тіла

Садовий Б.С. приймав участь в проведенні спільних досліджень в Інституті фізики високих тисків Польської Академії Наук (м. Варшава, Республіка Польща).

Еліяшевський Ю.І. проходив стажування (відрядження):

- в університеті П.Й. Шафарика в м. Кошице (Республіка Словаччина), липень 2021 року, 10 днів;

- у Вроцлавському університеті в м. Вроцлав (Республіка Польща), серпень 2021 року, 7 днів;

- в університеті П.Й. Шафарика в м. Кошице (Республіка Словаччина), жовтень 2021 року, 7 днів.

Викладачі кафедри співпрацюють з науковцями Оксфордського університету (Великобританія), Університету м. Анже (Франція), Віденського університету (Австрія) Вроцлавського університету, Інституту високих тисків ПАН, Академії ім. Яна Длугоша і Технічного університету в м. Ченстохова (Республіка Польща) за напрямками: фізика фероїків, нанотехнології, фізика сцинтиляторів. Кількість спільних публікацій – 10.

Кафедра фізики металів

- Інститут металургії та матеріалознавства, м. Краків (Польща) (проф. Л. Забдир) – консультації з вивчення фізико-хімічних властивостей багатокомпонентних матеріалів для безсвинцевих припоїв.
- Технічний університет Хемніц (Німеччина) (проф. І-Б. Гоер) – вивчення кінетичних та структурних властивостей матеріалів для безсвинцевих припоїв.
- Університет м. Метц (Франція) (проф. Ж.Ж.Гассер) – дослідження електрофізичних властивостей металевих подвійних розплавів.
- Віденський університет м. Відень (Австрія) (проф. Г. Іпсер, проф. А. Мікула) – консультації з вивчення комплексу фізико-хімічних властивостей багатокомпонентних матеріалів для виготовлення безсвинцевих припоїв, підготовка спільного проекту.
- Інститут фізики металів, Словацька Академія Наук, м. Братіслава (Словаччина) (д-р П.Щец) – співробітництво в галузі дослідження аморфних металевих матеріалів.

7 Аспірантура та докторантура

7.1.1. Захист дисертацій випускниками докторантури*

Прізвище, ініціали	Науковий консультант, посада, установа	Спеціальність	Рік закінчення	Дата і місце захисту	Тема дисертації
--------------------	--	---------------	----------------	----------------------	-----------------

* Співробітники

7.1.2 Захист дисертацій випускниками аспірантури*

Прізвище, ініціали	Науковий керівник, посада, установа	Спеціальність	Рік закінчення	Дата і місце захисту	Тема дисертації
Присяжний А.І.	Стоділка М.І., гол.н.сп. Астрономічної обсерваторії	01.03.03 - геліофізика і фізика Сонячної системи	2018	26.11.2020 Д 26.208.01 при Головній астрономічній обсерваторії НАН	Фізичні умови у неоднорідній замагніченій фотосфері Сонця

				України	
Бугаєнко О.С.	Мелех Б.Я., Завідувач кафедри астрофізики твердого тіла ЛНУ імені Івана Франка	01.03.02 – астрофізика, радіоастрономі я	2019	5.02.2021 Д41.051.04 в Одеському національно му університеті імені І.І.Мечнико ва	Дифузне випромінювання в небулярних середовищах
Білик Р.М.*	Мудрий С.І., Завідувач кафедри фізики металів ЛНУ імені Івана Франка	01.04.13 – фізика металів	2019	16.12.2020, Д 35.051.09, ЛНУ імені Івана Франка	Трансформація кластерної будови рідких металів при формуванні багатокомпонентних розплавів
Грицак Л.Р.*	Капустяник В.Б., Завідувач кафедри фізики твердого тіла ЛНУ імені Івана Франка	105 «Прикладна фізика та наноматеріали»	2020	22.04.2021, ДФ 35.051.013 ЛНУ імені Івана Франка	Синтез і характеристика матеріалів з різною розмірністю на основі ZnO
Дуфанець М.В.	Плевачук Ю.О., начальник науково- дослідної частини ЛНУ імені Івана Франка	105 «Прикладна фізика та наноматеріали»	2021	29.09.2021 ДФ 35.051.033 ЛНУ імені Івана Франка	Структурна стабільність фаз та електрофізичні властивості високоентропійних сплавів

* Співробітники

7.2.1 Захист докторських дисертацій співробітниками**

Прізвище, ініціали	Посада, кафедра	Науковий консультант, посада, установа	Спеціаль- ність	Дата і місце захисту	Тема дисертації
Штаблавий І.І.	доцент, кафедра фізики металів	Мудрий С.І., Завідувач кафедри фізики металів ЛНУ імені Івана Франка	01.04.13 – фізика металів	14.04.2021, Д 35.051.09, ЛНУ імені Івана Франка	Кореляції вільного об'єму та структури ближнього порядку в металевих розплавах з різним ступенем мікронеоднорідності атомного розподілу

** Випускники докторантури

7.2.2 Захист кандидатських дисертацій співробітниками**

Прізвище, ініціали	Посада, кафедра	Науковий керівник, посада, установа	Спеціальність	Дата і місце захисту	Тема дисертації
Грицак Л.Р.**	Молодший науковий співробітник, кафедра фізики твердого тіла	Капустяник В.Б., Завідувач кафедри фізики твердого тіла ЛНУ імені Івана Франка	105 «Прикладна фізика та наноматеріали»	22.04.2021, ЛНУ імені Івана Франка	Синтез і характеристика матеріалів з різною розмірністю на основі ZnO
Білик Р.М.**	асистент кафедри фізики металів ЛНУ імені Івана Франка	Мудрий С.І., Завідувач кафедри фізики металів ЛНУ імені Івана Франка	01.04.13 – фізика металів	16.12.2020, Д 35.051.09, ЛНУ імені Івана Франка	Трансформація кластерної будови рідких металів при формуванні багатокомпонентних розплавів

** Випускники аспірантури

7.3.1. Захисти докторських дисертацій у спеціалізованих вчених радах Університету сторонніми працівниками

Прізвище, ініціали	Науковий консультант, посада, установа	Спеціальність	Дата захисту	Тема дисертації
--------------------	--	---------------	--------------	-----------------

7.3.2. Захисти кандидатських дисертацій у спеціалізованих вчених радах Університету сторонніми працівниками

Прізвище, ініціали	Науковий керівник, посада, установа	Спеціальність	Дата захисту	Тема дисертації
--------------------	-------------------------------------	---------------	--------------	-----------------

8. Студентська наукова робота

8 Студентська наукова робота: кількість наукових гуртків і кількість студентів, що беруть участь у їхній роботі; участь (кількість студентів) у виконанні держбюджетної чи іншої наукової тематики; проведені студентські наукові конференції на базі університету; виступи на конференціях (кількість доповідей за участю студентів, назви конференцій); індивідуальні та спільні зі співробітниками університету публікації; отримані нагороди у II етапі Всеукраїнських студентських Олімпіад, міжнародних Олімпіадах, Всеукраїнських конкурсах студентських наукових робіт, турнірах, чемпіонатах тощо.

У I етапі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з природничих, технічних і гуманітарних наук з спеціальності «Фізика та астрономія» взяли участь 12 студентів

факультету. На факультеті діє шість наукових студентських гуртки, роботою яких охоплено 68 студентів.

У квітні 2021 р. студенти фізичного факультету Коломієць В.С. (науковий керівник – проф. Капустяник В.Б.) та Патрій М.В. (науковий керівник – проф. Петрук О.Л.) отримали дипломи II ступеня на II етапі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з фізики.

Студенти факультету взяли участь в конференціях:

1. Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р:
2. Наукова конференція "Астрономія у Львівському університеті". 14-17 вересня, 2021 р. – Львів, Україна.
3. Astronomy and Space Physics in Kyiv University. International Conference (May 25 – May 28, 2021, Kyiv, Ukraine).
4. International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2021)". 25–27 August 2021. – Lviv, Ukraine.
5. Міжнародна науково-технічна конференція студентів та молодих вчених" (ФЕЕ-2021), 19–23 квітня, 2021. – Суми, Україна.
6. 22nd Annual Conference on Material Science YUCOMAT 2021, Herceg Novi, Monte Negro, August 30–September 3, 2021

Публікації: статті – 5, тези конференцій – 19 (1– самостійно).

Публікації за участю студентів

Статті:

1. Rudko M. Luminescent and scintillation properties of perovskite CsPbBr₃ crystal at cryogenic temperatures / M. Rudko, **V. Kolomiets**, V. Kapustianyk, R. Gamernyk, V. Mykhaylyk // J. of Physical Studies. – 2021. – V. 25. – P. 1201 (8 pp). <https://doi.org/10.30970/jps.25.1201>.
2. Kovalenko M. Structural, Electronic and Optical Properties of CsPbBr₃ and CH₃NH₃PbBr₃: First-Principles Modeling / M. Kovalenko, O. Bovgyra, **V. Kolomiets**, V. Kapustianyk, O. Kozachenko // 2021 IEEE 12th International Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) – 2021. – P. 232-237 <https://doi.org/10.1109/ELIT53502.2021.9501119>.
3. Shvaika Z., **Saprianchuk P.**, Rovenchak A. Bose systems in linear traps: Exact calculations versus effective space dimensionality // Fiz. Nizk. Temp. – 2021. – Vol. 47, No. 7. – P. 626–632; Low Temp. Phys. – 2021. – Vol. 47, No. 7. – P. 577–583. – DOI: <https://doi.org/10.1063/10.0005185>
4. **Husev M.**, Rovenchak A. On the verge of life: Distribution of nucleotide sequences in viral RNAs // Biosemiotics. – 2021. – Vol. 14. – 17 p. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s12304-021-09403-5>
5. Gnatenko Kh. P., **Stakhur Kh. I.**, Kryzhova A. V. Particle in a uniform field in a noncommutative space with preserved time reversal and rotational symmetries // J. Phys. Stud. – 2021. – Vol. 25, No. 2. – Art. 2002. – 6 p. – DOI: <https://doi.org/10.30970/jps.25.2002>

Тези доповідей на конференціях:

1. **Тумук S.** Studies of evolution and entanglement of spins with Heisenberg interaction on quantum // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р: Тези доповідей. – С. D9.
2. **Підгорний О.** Зонна структура кристалів CsSnX₃ (X=F, Cl, Br, I) / О. Підгорний, Я. Чорнодольський // Тези доповідей Міжнародної наукової конференції студентів і

- молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «Еврика-2021», 18–20 травня, 2021. – Львів, Україна. – С. В19.
3. Rudysh M.Ya. Structure and properties calculation of $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$ crystals // M.Ya. Rudysh, A.O. Fedorchuk, V.Yo. Stadnyk, P.A. Shchepanskyi, R.S. Brezvin, B.I. Horon, **A.I. Lupanov** // Inter. Conf in Theor. and Exper Physics «HEUREKA-2021»: Book of abstracts, 18-20. 05.21. – Lviv, Ukraine. –P. B6.
 4. Особливості люмінесценції мікро- та нанокристалів CsPbBr_3 / Микола Дендебера, **Олександр Ткачук**, Тарас Малий, Андрій Жишкович, Віталій Вістовський // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «Еврика - 2021», -18-20 травня 2021, Львів, Україна, В2.
 5. Melekh B.Ya. Verification of the Diagnostic Methods to Determine the Oxygen Abundance in Nebular Environment of Star-forming Dwarf Galaxies / Melekh B.Ya., Buhajenko O.S., Koshmak I.O. and **Shevchenko M.** // Програма і тези доповідей наукової конференції “Астрономія у Львівському університеті”. 14-17 вересня, 2021 р. – Львів, Україна. – С.37-39.
 6. **Vilkha A.** Diagnostics and modelling methods for the analysis of the nebular spectra, / Vilkha A., Kasheba M., Melekh B. // Тези Міжнародної конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “Еврика”. 18-20 травня, 2021 р. – Львів, Україна. – С. F1.
 7. **Шевченко М.** Фотоіонізаційний аналіз хемодинамічних симуляцій еволюцій карликових галактик з активним зореутворенням: порівняння модельних спектрів з даними спостережень / Шевченко М., Мелех Б., Бугаєнко О. // Тези Міжнародної конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “Еврика”. 18-20 травня, 2021 р. – Львів, Україна. – С. F8.
 8. **Vilkha A.**, Kasheba M., Melekh B. Diagnostics and modelling methods for the analysis of the nebular spectra // Astronomy and Space Physics in Kyiv University. Book of Abstracts. International Conference (May 25 – May 28, 2021, Kyiv, Ukraine) – P.44-45.
 9. **М. Патрій**, О. Петрук. Доплерографія залишку наднової Тихо Браге.// Програма і тези доповідей. Астрономія у Львівському університеті. ст. 112-113. 14-17 вер. 2021 р. Львів.
 10. **Vasil'ev V.** Structure and electronic properties of nanoporous ZnO phases with cubic morphologies / V. Vasil'ev, V. Dzikovskyi, M. Kovalenko, O. Bovgyra // International Conference of Students and Young Researchers in Theoretical and Experimental Physics “HEUREKA-2021”. Book of abstracts, May 18-20, 2021 p. – Lviv, Ukraine. – P. C10.
 11. Dzikovskyi V. Ye. Structural and electronic properties of ZnO nanoporous phases: an ab initio study / V.Ye. Dzikovskyi, O.V. Bovgyra, M.V. Kovalenko, **V.S. Vasil'yev** // Abstract book International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2021)”. 25–27 August 2021. – Lviv, Ukraine. – P. 161.
 12. **Коломієць В.А.** Структурні, електронні та оптичні властивості неорганічного перовскіта CsPbBr_3 : першопринципне дослідження / В.А. Коломієць, М.В. Коваленко, О.В. Бовгира, В.Б. Капустяник // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції студентів та молодих вчених” (ФЕЕ-2021), 19–23 квітня, 2021. – Суми, Україна – С. 35.
 13. **Vasil'ev V.** Synthesis and optical properties of composite structure based on ZnO microstructures and Alq_3 thin film / V. Vasil'ev, B. Turko, I. Karbovnyk, A. Kukhta, R. Serkiz, Y. Kulyk // Abstracts of International Conference of Students and Young Scientists in Theoretical and Experimental Physics «HEUREKA-2021», May 18–20, 2021. – Lviv, Ukraine. – P. C2.
 14. **Гірняк С.** Спектри поглинання та електрон-фононна взаємодія сегнетоеластоелектрика тетрахлоркупрату амонію дигідрату / С. Гірняк, С. Семак, В. Капустяник, Ю. Чорній, М. Рудко, // Тези доповідей міжнародної конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «ЕВРИКА-2021». Львів, Україна, 18–20 травня 2021 р. – С. В1.

15. **Сапріянчук П.**, Ровенчак А. Спектр частинки в лінійному тривимірному потенціалі // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. D3.
16. **Susulovska N.**, Gnatenko Kh. Preparation of graph states using controlled phase shift operators and quantification of their entanglement on IBM's quantum computer // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. D4.
17. **Кудрик А.**, Стецко М. Космологічні моделі в скалярно-тензорних теоріях гравітації // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. F5.
18. **Гусєв М.**, Ровенчак А. Розподіл нуклеотидних послідовностей у вірусних РНК // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. H2.
19. Shcherba I. X-ray properties spectroscopy and electron structure of Ca₃Ga₂Ge₄O₁₄ garnet with doped Ce(Eu) / I. Shcherba, L. Kostyk, H. Noga, D. Uskokovic, L. Bekenov, **V. Denys** / 22nd Annual Conference on Material Science YUCOMAT 2021, Herceg Novi, Monte Negro, August 30-September 3, 2021. – P.101.

Патенти:

1. Патент на корисну модель №148171 Україна МПК C09K 11/06, H01L 51/52. Спосіб одержування нанокompозитного матеріалу на основі ZnO та Alq₃. Турко Б. І., Карбовник І. Д., Серкіз Р. Я., **Васільєв В. С.**, №u202100757 Заявл. 23.02.2021 р. Опубл. 14.07.2021, Бюл. №28. Власник ЛНУ імені Івана Франка.
2. Патент на корисну модель №148180 Україна МПК C09K 11/06, H01L 51/52. Нанокompозитний люмінофор на основі ZnO та Alq₃. Турко Б. І., Карбовник І. Д., Серкіз Р. Я., **Васільєв В. С.**, №u202101162 Заявл. 10.03.2021 р. Опубл. 14.07.2021, Бюл. №28. Власник ЛНУ імені Івана Франка.

9 Публікації (бібліографічний опис згідно з державним стандартом).

Монографії

Видано 3 монографії загальним обсягом 7,1 друк. арк.

Бібліографічний опис	Обсяг, друк. арк.
Novosad S. S. Luminescence of Materials Based on CdBr ₂ and ZnO / S. S. Novosad, I. S. Novosad , B. I. Turko, I. D. Karbovnyk. – Chisinau : Scholars' Press, 2021. – 132 p.*	8,3 у тім числі авторів ф-ту 2,1
Астрономія у Львівському університеті (1661-2021) / С. Апунович, Б.Новосядлий, О. Петрук, Б. Мелєх , М. Ковальчук, М. Стоділка, М. Ваврух , Є. Вовчик, Н. Вірун // За ред. Б. Новосядлого. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – 362 с.**	19,3 у тім числі авторів ф-ту 4,3
Savchyn V.S. Pathogenetic concept as the basis of the diagnostic-treatment model of purulent-inflammatory diseases in medical practice” in collective monography “Challenges and achievements of medical science and education” / V.S. Savchyn, L.R. Ostapiuk, A.S.	26,9 у тім числі авторів ун-ту 0,7

Voloshinovskii. – Medical University of Lublin, Lublin, Poland, Publishing House “Baltija Publishing” 2020. – P. 291-322.	
--	--

* спільно з факультетом електроніки та комп'ютерних технологій

** спільно з Астрономічною обсерваторією

Підручники

Видано ___ підручників загальним обсягом ___ друк. арк.

Бібліографічний опис	Обсяг, друк. арк.
----------------------	-------------------

Навчальні посібники

Видано 5 навчальних посібників загальним обсягом 58,13 друк. арк.

Бібліографічний опис	Обсяг, друк. арк.
Стадник В.Й. Фізика діелектриків // В.Й. Стадник, В.Б. Капустяник. – Навч. посібник. Львів: Вид-во ЛНУ ім. І.Франка. – 2020. 336 с.	27,1
Ільчук Г. Атомна фізика: збірник задач / Г. Ільчук, О. С. Кушнір, О. В. Бовгира , А. Кашуба // Видавництво Львівської політехніки. Львів. – 2021. – 220 с.*	12,2 у тім числі авторів ф-ту 3,1
Гнатенко Х. П., Ткачук В. М. Фізичні системи у квантованому просторі: навч. посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – 130 с.	8,13
Гаврюшенко Д. А. Термодинаміка металевих розплавів / Д. А. Гаврюшенко, Ю. О. Плевачук, В. М. Склярчук // ЛНУ імені Івана Франка. Львів. – 2021. – 220 с.	12,2 у тім числі авторів ун-ту 16,1
Пушак А. С. Програмування PIC-контролерів : лабораторний практикум. / А. С. Пушак, В. В. Вістовський // УАД. Львів. – 2021. – 118 с.	7,4 у тім числі авторів ун-ту 3,7

* спільно з факультетом електроніки та комп'ютерних технологій

Наукові журнали

Видано 1 журналів загальним обсягом 10,2 друк. арк.

Серія, випуск	Обсяг, друк. арк.
«Журнал фізичних досліджень», том 24, №4 (2020)	10,2

Вісники

Видано 1 випуск вісників загальним обсягом 11,8 друк. арк.

Серія, випуск	Обсяг, друк. арк.
Вісник Львівського університету. Серія фізична, Вип. 57 (2020)	11,8

Збірники наукових праць

Видано 2 збірника наукових праць загальним обсягом 13,95 друк. арк.

Серія, випуск	Обсяг, друк. арк.
Тези доповідей Міжнародної наукової конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «ЕВРИКА-2021». – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – 109 с.	6,7
Програма і тези доповідей наукової конференції “Астрономія у Львівському університеті”. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – 116 с.	7,3

Статті

1 Статті у виданнях, які мають імпакт-фактор (IF, CiteScore):

1. Matviiv R.B. Structure, refractive and electronic properties of $K_2SO_4:Cu^{2+}$ (3%) crystals / R.B. Matviiv, M.Ya. Rudysh, V.Yo. Stadnyk, A.O. Fedorchuk, P.A. Shchepanskyi, R.S. Brezvin, O.Y. Khyzhun // *Current Applied Physics*. – 2021. –Vol. 21, – P. 80-88. <https://doi.org/10.1016/j.cap.2020.09.015>
2. Stadnyk V.Yo. On Isotropic Points in K_2SO_4 Impurity Crystals // V.Yo.Stadnyk, R.B. Matviiv, Brezvin R.S., P.A.Shchepanskyi, Kogut Z.A. // *Optics and spectroscopy*. – 2021. – V. 239. – P. 227-233. <https://doi.org/10.1134/S0030400X21020144>
3. Rudysh M.Ya. Impact of anionic system modification on the desired properties for $CuGa(S_{1-x}Se_x)_2$ solid solutions / M.Ya. Rudysh, P.A. Shchepanskyi, A.O. Fedorchuk, M.G. Brik, V.Yo. Stadnyk, G.L. Myronchuk, E.A. Kotomin, M. Piasecki // *Computational Materials Science*. – 2021. – V. 196, – P. 110553. <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2021.110553>
4. Stadnyk V.Yo. Temperature Dependences of the Refractive Indices of Doped K_2SO_4 Crystals / V.Yo. Stadnyk, P.A. Shchepanskyi, M.Ya. Rudysh, Z.A. Kogut // *Journal of Applied Spectroscopy*. – 2021. – V. 88, No. 4. – P. 831–837. <https://doi.org/10.1007/s10812-021-01247-8>
5. Chen J.-A. Synthesis, luminescent properties and ab initio study of yellow-emitting $Sr_8MgGa(PO_4)_7:Eu^{2+}$ phosphors for white light-emitting diodes / J.-A. Chen, M. Piasecki, C.-C. Yang, M. Rudysh, and W.-R. Liu // *Journal of Luminescence*. – 2021. –V. 235, – P. 117982. <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2021.117982>
6. Chornodolskyu Ya.M., Energy band structure peculiarities and luminescent parameters of CeX_3 (X = Cl, Br, I) crystals / Ya.M. Chornodolskyu, V.O. Karnaushenko, V.V. Vistovskyu, S.V. Syrotyuk, A.V. Gektin, A.S. Voloshinovskii // *Journal of Luminescence*. – 2021. – Vol. 237. – P. 118147. <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2021.118147>
7. Kochan O., Energy structure and luminescence of CeF_3 crystals / O. Kochan, Y. Chornodolskyu, J. Selech, V. Karnaushenko, K. Przystupa, A. Kotlov, T. Demkiv, V. Vistovskyu, H. Stryhanyuk, P. Rodnyi, A. Gektin, A. Voloshinovskii // *Materials*. – 2021. – Vol. 14, Issue 15. – P. 4243. <https://doi.org/10.3390/ma14154243>
8. Bulyk L.-I., Influence of the degradation processes on luminescent and photoelectrical properties of $CsPbBr_3$ single crystals / L.-I. Bulyk, R. Gamernyk, Ja. Chornodolskyu, T. Malyi,

- V. Vistovskyy, T. Demkiv, I. Shtablavyi, A. Voloshinovskii // *Journal of Alloys and Compounds*. – 2021. – Vol. 884. – P. 161023. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2021.161023>
9. Konopelnyk O. I. The features of structure and optical absorption of polyaminoarenes doped with ferrum contained substances / O. I. Konopelnyk, O.I. Aksimentyeva // *Molec. Cryst. Liq. Cryst.* – 2021. – Vol. 719, № 1. - P.19-28 <https://doi.org/doi.org/10.1080/15421406.2020.1861520>
 10. Kostyrko M. Peculiarities of acousto-optic diffraction at circularly polarized acoustic waves. Determination of elasto-optic coefficients coupled with shear waves . M. Kostyrko, I. Orykhivskiy, I. Skab, R. Vlokh // *Ukr. J. Phys. Opt* 21 (4), 50-52. <https://doi.org/10.3116/16091833/22/1/50/2021>
 11. Mys O. Types of acousto-optic interactions between acoustic and circularly polarized optical waves: case of $Pb_5Ge_3O_{11}$ crystals.. O. Mys, O. Krupych, I. Martynyuk-Lototska, I. Orykhivskiy, M. Kostyrko, R. Vlokh. // *Applied Optics* 60 (10), 2846-2853. <https://doi.org/10.1364/AO.421231>
 12. Krupych O. Polarization of diffracted optical wave in the case of acousto-optic diffraction on the longitudinal acoustic wave in fused silica / O. Krupych, I. Martynyuk-Lototska, I. Orykhivskiy, M. Kostyrko, R. Vlokh // *Ukrainian Journal of Physical Optics* 22 (1) 61-67 (2021) <https://doi.org/10.3116/16091833/22/1/61/2021>
 13. Rudysh M.Ya. Calculation of the vibrational spectra of $AgGaS_2$ crystal with chalcopyrite structure / M.Ya. Rudysh, A.I. Kashuba, P.A. Shchepanskyi, R.Yu. Petrus, V.Yo. Stadnyk, M. Piasecki // *Journal of Physical Studies*. – 2021. –V. 25, No. 3. – P. 3704. <https://doi.org/10.30970/jps.25.3704>.
 14. Matviiv R. Thermal and refractive properties of doped K_2SO_4 crystals in the region of the phase transition / R. Matviiv, V. Stadnyk, R. Brezvin, P. Shchepanskyi, M. Rudysh, O. Kostetskyi // *Journal of Physical Studies*. – 2021. – V. 25, No. 2. – P. 2703. <https://doi.org/10.30970/jps.25.2703>
 15. Dendebera M., Luminescence of $CsPbBr_3$ microcrystals embedded in the KBr matrix / M. Dendebera, Y. Chornodolskyy, O. Antonyak, T. Malyi, V. Mykhaylyk, V. Vistovskyy, A. Voloshinovskii // *Journal of Physical Studies*. – 2021. – Vol. 25, No. 3. – P. 3703 (6p.). <https://doi.org/10.30970/jps.25.3703>
 16. Karnaushenko V.O., Energy band structure of $LaF_3:Sm$ and $LaF_3:Pm$ crystals/ V.O. Karnaushenko, Ya.M. Chornodolskyy, V.V. Vistovskyy, S.V. Syrotyuk, A.S. Voloshinovskii // *Journal of Physical Studies*. – 2020. – Vol. 24, No. 4. – P. 4703 (4p.). <https://doi.org/10.30970/jps.24.4703>
 17. Ftomyn N. Nonlinear optical effects in crystals of langasite family / N. Ftomyn, Ya. Shopa // *J. Phys. Stud.* – 2020. – V. 24, No 4. – P. 4708-1-4708-3. <https://doi.org/10.30970/jps.24.4708>
 18. Galkin S. Performance of ZnSe-based scintillators at low temperatures / S. Galkin, I. Rybalka, L. Sidelnikova, A. S. Voloshinovskii, H. Kraus, V. Mykhaylyk // *Journal of Luminescence*. – 2021. – Vol. 239. – p. 118360. <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2021.118360>
 19. Bartosiewicz K. . Bright exciton luminescence from La doped $Lu_3Al_5O_{12}$ single crystals / K. . Bartosiewicz, T. . Horiai, A. Yamaji, A. Yoshikawa, S. Kurosawa, K. Kim, V. V. Vistovskyy, A. S. Voloshinovskii, Y. V. Zorenko // *Journal of Luminescence*. – 2021. – Vol. 235. – p. 118013. <https://doi.org/10.1016/j.jlumin.2021.118013>
 20. Berezovskaya I. V. Temperature quenching of Ce^{3+} emission in gadolinium-aluminum garnet $Gd_3Al_5O_{12}$ / I. V. Berezovskaya, A. S. Voloshinovskii, Z. A. Khapko, O. Khomenko, N. P. Efrushina, V. P. Dotsenko // *Functional materials*. O.V. Khomenko, N.P. Efrushina, V.P. Dotsenko. – 2021. – Vol. 28, No 1. – P. 6-13. <https://doi.org/10.15407/fm28.01.6>

21. Vasylechko V. O. Sorption-luminescence method for determination of cerium using Transcarpathian clinoptilolite / V. O. Vasylechko, H. P. Sak, G. V. Gryshchouk, A. Gloskovskii, Y. M. Kalychak, A. S. Voloshinovskii, V. V. Vistovskyy // *Applied Nanoscience* . – 2021. <https://doi.org/10.1007/s13204-021-01719-5>
22. Dendebera M. P. Polystyrene composites with loaded LaF₃ nanoparticles for registration of ionizing radiation / M. P. Dendebera, A. V. Zhyshkovych, T. S. Malyi, L. S. Demkiv, N. V. Gloskovska, T. M. Demkiv, V. V. Vistovskyy, A. V. Getkin, A. S. Voloshinovskii // *Journal of Physical Studies*. Lviv. – 2020. – 24 (4), 4709. – P. 1-5. (10.30970/jps.24.4709).
23. Gamernyk R. V. Photoluminescence of CdTe thin films doped with Yb / R. V. Gamernyk, Y. P. Gnatenko, P. M. Bukivskij, A. P. Bukivskij, M. S. Furyer, M. M. Kolesnyk, D. I. Kurbatov, A. S. Opanasyuk // *Journal of Luminescence*. – 2021. – V. 237, 118208. – P. 1-7. (10.1016/j.jlumin.2021.118208).
24. Gamernyk R. V. Incommensurate transition-metal dichalcogenides via mechanochemical reshuffling of binary precursors / R. V. Gamernyk, S. Z. Malynych, I. Z. Hlova, P. Singh, O. Dolotko, V. K. Pecharsky, D. D. Johnson, R. Arroyave, A. K. Pathak, V. P. Balema // *Nanoscale Advances*. – 2021. – 3 (14). – P. 4065-4071. (10.1039/d1na00064k).
25. Stashkiv O. D. Luminescence-based determination of ytterbium (III) and morin in solution using sorption by transcarpathian clinoptilolite / O. D. Stashkiv, V. O. Vasylechko, R. V. Gamernyk, G. V. Gryshchouk, A. Zelinskiy, L. B. Koliada // *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. – 2021. – Vol. 719, No. 1., – P. 124-139. (10.1080/15421406.2020.1862468).
26. Kashuba A. I. Electronic structure and elastic properties of Cd₁₆Se₁₅Te solid state solution: first principles study / A. I. Kashuba, B. Andriyevsky, H. A. Ilchuk, R. Yu. Petrus, T. S. Malyi, I. V. Semkiv // *Condensed Matter Physics*. - 2021. - Vol. 24, No. 2. – P. 23702.
27. Optical and Dispersion Parameters of the Al-doped ZnO Thin Film / A.I. Kashuba , B. Andriyevsky, H.A. Ilchuk, R.Yu. Petrus, T.S. Malyi, I.V. Semkiv // *Journal of Nano- and Electronic Physics*. - 2021. – Volume 13 № 4. – P. 1-7.
28. Ilchuk H. Influence of phase transitions on the temperature behavior of photoluminescence spectra in a (N(CH₃)₄)₂MnCl₄ crystal / H. Ilchuk, A. Kashuba, I. Kuno, S. Sveleba, T. Malyi, R. Petrus, V. Tsiurma, I. Semkiv // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2020. – Vol. 4 No. 12. – P. 24 – 30.
29. Gnatenko Y. P. Study of structural and optical properties of CdTe:Yb thin films / Y. P. Gnatenko, P. M. Bukivskij, R. V. Gamernyk, A. P. Bukivskij, M. Furyer, M. Kolesnyk, D. Kurbatov, A. Opanasyuk // *Physica B: Physics of Condensed Matter*. – 2021. – Vol.10,11. 413529. – P. 1-8. (org/10.1016/j.physb.2021.413529).
30. Smerechynskiy S., Tsizh M., and Novosyadlyj B. Impact of dynamical dark energy on the neutron star equilibrium / *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 02, 045 (2021). <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2021/02/045>
31. Melekh B. Erratum: Photoionization analysis of chemodynamical dwarf galaxies simulations / Melekh B., Recchi S., Hensler G., Buhajenko O. // *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. – 2021. – Vol. 502, Issue 1. – P. 1048–1050. DOI: <https://doi.org/10.1093/mnras/staa4010>
32. Vavruk M. V. Method of integral equations in the polytropic theory of stars with axial rotation. I. Polytropes $n = 0$ and $n = 1$ / Vavruk M. V., Dzikovskyi D. V. // *Mathematical Modeling And Computing*. – 2021. – V. 8, No 2. – P. 338-358. <https://doi.org/10.23939/mmc2021.02.338>

33. Vavrukh M. V. Method of integral equations in the polytropic theory of stars with axial rotation. II. Polytropes with indices $n > 1$ / Vavrukh M. V., Dzikovskyi D. V. // *Mathematical Modeling and Computing*. – 2021. – V. 8, No 3. – P. 474-485. <https://doi.org/10.23939/mmc2021.03.474>
34. Kapustianyk V. B. Thermochromic properties of nano- and microcomposites based on $(\text{NH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)_2)_2\text{CuCl}_4$ crystals / V. B. Kapustianyk, Y. V. Chornii, S. I. Semak // *Journal of Physical Studies*. – 2020. – V. 24 (4). – P. 1-7. (10.30970/jps.24.4707).
35. Turko B. I. Ultraviolet electroluminescence of LED devices based on n-ZnO nanorods grown by various methods and p-GaN films / B. I. Turko, A. S. Nikolenko, B. S. Sadovyi, L. R. Toporovska, M. S. Rudko, V. B. Kapustianyk, V. V. Strelchuk, R. Y. Serkiz, Y. O. Kulyk // *Journal of Physical Studies*. Lviv. – 2021. – V. 25. – Art.No. 1701. – P. 1-6. (10.30970/jps.25.1701).
36. Kapustianyk V. B. Structure and Magnetic Properties of $[(\text{CH}_3)_3\text{NH}]\text{MnCl}_3 \times 2\text{H}_2\text{O}$ Crystals / V. B. Kapustianyk, Y. V. Chornii, P. Y. Demchenko, E. Khatsko // *Journal of Physical Studies*. Lviv, Ukraine. – 2021. – P. 0. (<https://doi.org/10.30970/jps.25.2701>).
37. Kapustianyk V. B. Domain Structure and Peculiarities of Surface Morphology of $[(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_3]_4\text{Cd}_3\text{Cl}_{10}$ Ferroelastoelectrics / V. B. Kapustianyk, Y. V. Chornii, Z. Chapla, Y. I. Eliyashevskyy, D. Podsiadla, R. Y. Serkiz // *Acta Physica Polonica A*. Warsaw, Poland. – 2021. – P. 58-63. (<https://doi.org/10.12693/APhysPolA.140.58>).
38. Михайлик В. Дослідження сцинтиляційних властивостей Ga_2O_3 за низьких температур / В. Михайлик, Г. Краус, В. Б. Капустяник, М. С. Рудко, В. А. Коломієць // *Журнал фізичних досліджень*. Львів. – 2020. – 24(2). – С. 1-6. (<https://doi.org/10.30970/jps.24.2201>).
39. Turko B. I. Effect of dopant concentration and crystalline structure on the absorption edge in ZnO:Y films / B. I. Turko, U. R. Mostovoy, M. V. Kovalenko, Y. I. Eliyashevskyy, Y. O. Kulyk, O. V. Bovgyra, V. Y. Dzikovskyi, A. M. Kostruba, R. O. Vlokh, V. I. Savaryn, V. V. Stybel, B. R. Tsizh, S. M. Majevska // *Ukrainian Journal of Physical Optics*. Lviv. – 2021. – V. 22. – P. 31-37. (10.3116/16091833/22/1/31/2021).
40. Karbovnyk I. D. Polarized photoluminescence of Alq_3 thin films obtained by the method of oblique-angle deposition / I. D. Karbovnyk, B. S. Sadovyi, B. I. Turko, A. V. Kukhta, V. S. Vasil'yev, A. M. Horyn, Y. O. Kulyk, Y. I. Eliyashevskyy, A. M. Kostruba, V. I. Savaryn, V. V. Stybel, S. M. Majevska // *Ukrainian Journal of Physical Optics*. Lviv. – 2021. – V. 22. – P. 209-215. (10.3116/16091833/22/4/209/2021).
41. Karbovnyk I. D. Optical properties of composite structure based on ZnO microneedles and Alq_3 thin film / I. D. Karbovnyk, B. S. Sadovyi, B. I. Turko, A. M. Kostruba, A. P. Luchechko, V. S. Vasil'yev, R. Y. Serkiz, Y. O. Kulyk, H. I. Klym, P. K. Khanna, A. V. Kukhta // *Optical and Quantum Electronics*. – 2021. – V. 53. – Art.No. 647. – P. 1-9. (10.1007/s11082-021-03292-1).
42. Kashuba A. I. Growth, crystal structure and optical properties of Al-doped ZnO thin films / A. I. Kashuba, H. A. Ilchuk, R. Y. Petrus, B. Andriyevsky, O. V. Bovgyra, I. V. Semkiv, M. V. Kovalenko, V. Y. Dzikovskyi // *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. – 2021. – V. 717, № 1. – P. 72-79. (10.1080/15421406.2020.1860530).
43. Kashuba A. I. Optical properties of Al-doped ZnO thin films obtained by the method of high-frequency magnetron sputtering / A. I. Kashuba, H. A. Ilchuk, R. Y. Petrus, I. V. Semkiv, O. V. Bovgyra, M. V. Kovalenko, V. Y. Dzikovskyi // *Mod. Phys. Lett. B*. – 2021. – V. 35, № 11. – P. 2150189. (10.1142/S021798492150189X).
44. Коваленко М. В. Електронна структура нанопоруватих фаз оксиду цинку / М. В. Коваленко, О. В. Бовгира, В. Є. Дзіковський, Р. В. Бовгира // *Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології*. – 2020. – т. 18, №3. – С. 727-741.
45. Kovalenko M. V. Effect of Al doping on optical properties of ZnO thin films: Theory and experiment / M. V. Kovalenko, O. V. Bovgyra, V. Y. Dzikovskyi, A. I. Kashuba, H. A. Ilchuk, R. Petrus, I. V. Semkiv // *Physics and Chemistry of Solid State*. – 2021. – V. 22, № 1. – P. 153-159. (10.15330/pcss.22.1.153-159).

46. Bovgyra O. V. First principle study of electronic properties of ZnO nanoclusters with native point defects during gas adsorption / O. V. Bovgyra, R. Bovhyra, D. Popovych, Y. Venhryn, A. Serednytski // *Applied Nanoscience*. – 2021. – P. 0-11. (10.1007/s13204-021-01756-0).
47. Piechota J. Nitrogen dissolution in liquid Ga and Fe: Comprehensive Ab Initio analysis, relevance for crystallization of GaN / J. Piechota, S. Krukowski, P. Sadovyi, B. S. Sadovyi, S. Porowski, I. Grzegory // *Materials*. MDPI. – 2021. – V. 14. – Art.No. 1306. – P. 1-25. (10.3390/ma14051306).
48. Sadovyi B. S. Experimental and theoretical evidence of the temperature-induced wurtzite to rocksalt phase transition in GaN under high pressure / B. S. Sadovyi, M. Wierzbowska, S. Stelmakh, S. Boccato, S. Gierlotka, S. Porowski, I. Grzegory // *Physical Review B*. – 2020. – V. 102. – Art.No. 235109. – P. 1-9. (10.1103/PhysRevB.102.235109).
49. Gayda G. Z. “Green” Prussian Blue Analogues as Peroxidase Mimetics for Amperometric Sensing and Biosensing. / G. Z. Gayda, O. M. Demkiv, Y. Gurianov, R. Y. Serkiz, H. M. Klepach, M. V. Gonchar, M. Nisnevitch // *Biosensors*. – 2021. – 11 (6), art. no. 193. – P. 1-18. (10.3390/bios11060193).
50. Demkiv O. M. Peroxidase-like metal-based nanozymes: Synthesis, catalytic properties, and analytical application / O. M. Demkiv, N. Stasyuk, R. Y. Serkiz, G. Z. Gayda, M. Nisnevitch, M. V. Gonchar // *Applied Sciences (Switzerland)*. – 2021. – 11 (2), art. no. 777. – P. 1-14. (10.3390/app11020777).
51. Kostyshyn N. M. Using x-ray diffraction and bone remodeling markers in characterization of bone nanocomposites in ovariectomized rats treated with zoledronic acid / N. M. Kostyshyn, M. Gzhegotskyi, L. Kostyshyn, R. Y. Serkiz, Y. Kulyk // *Series on Biomechanics*. – 2021. – 35 (2). – P. 79-86.
52. Smutok O. New micro/nanocomposite with peroxidase-like activity in construction of oxidases-based amperometric biosensors for ethanol and glucose analysis / O. Smutok, T. Kavetsky, T. Prokopiv, R. Y. Serkiz, R. Wojnarowska-Nowak, O. Šauša, I. Novák, D. Berek, A. Melman, M. V. Gonchar // *Analytica Chimica Acta*. – 2021. – 1143. – P. 201-209. (10.1016/j.aca.2020.11.052).
53. Chorna N. O. Electrochemical hydrogenation, lithiation and sodiation of the $GdFe_{2-x}M_x$ and $GdMn_{2-x}M_x$ intermetallics / N. O. Chorna, V. M. Kordan, O. Y. Zelinska, A. Zelinskiy, K. Kuziak, R. Y. Serkiz, V. V. Pavlyuk // *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. – 2021. – 2. – P. 139-149. (10.32434/0321-4095-2021-135-2-139-149).
54. Kuzmak A. R. Preparation and study of the entanglement of the Schrödinger cat state on the ibmq-melbourne quantum computer / A. R. Kuzmak, V. M. Tkachuk // *Condens. Matter Phys.* – 2020. – Vol. 23, No. 4. – Art. 43001. – 7 p. <https://doi.org/10.5488/CMP.23.43001>
55. Serkez S. Wigner distribution of self-amplified spontaneous emission free-electron laser pulses and extracting its autocorrelation / S. Serkez, O. Gorobtsov, D. E. Rivas, M. Meyer, B. Sobko, N. Gerasimova, N. Kujala, G. Geloni // *J. Synchrotron Rad.* – 2021. – Vol. 28, Part 1. – P. 3–17. <https://doi.org/10.1107/S160057752001382X>
56. Stetsko M. M. Static dilatonic black hole with nonlinear Maxwell and Yang–Mills fields of power-law type / M. M. Stetsko // *Gen. Relativ. Gravit.* – 2021. – Vol. 53, No. 1. – Art. 2. – 21 p. <https://doi.org/10.1007/s10714-020-02777-w>
57. Laba H. P. Exact continuity equation in a space with minimal length / H. P. Laba, V. M. Tkachuk // *Phys. Lett. A*. – 2021. – Vol. 391. – Art. 127141. – 7 p. <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2021.127141>
58. Hryhorchak O. Large-N expansion for condensation and stability of Bose–Bose mixtures at finite temperatures / O. Hryhorchak, V. Pastukhov // *J. Low Temp. Phys.* – 2021. – Vol. 202, No. 1. – P. 219–230. <https://doi.org/10.1007/s10909-020-02542-y>
59. Panochko G. Two- and three-body effective potentials between impurities in ideal BEC / G. Panochko, V. Pastukhov // *J. Phys. A: Math. Theor.* – 2021. – Vol. 54, No. 8. – Art. 085001. – 16 p. <https://doi.org/10.1088/1751-8121/abdbc5>

60. Gnatenko Kh. P. Entanglement of graph states of spin system with Ising interaction and its quantifying on IBM's quantum computer / Kh. P. Gnatenko, V. M. Tkachuk // *Phys. Lett. A.* – 2021. – Vol. 396. – Art. 127248. <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2021.127248>
61. Stetsko M. M. Static spherically symmetric black hole's solution in Einstein-Maxwell-Yang-Mills-dilaton theory / M. M. Stetsko // *Int. J. Mod. Phys. A.* – 2021. – Vol. 36, No. 5. – Art. 2150034. <https://doi.org/10.1142/S0217751X21500342>
62. Ivashchyshyn F. Multivoltaic GaSe<SmCl₃> clathrate as new hybrid functional nanostructure / F. Ivashchyshyn, A. Pidluzhna, D. Calus, O. Hryhorchak, P. Chabecki, O. Makarchuk // *Bull. Pol. Acad. Sci.: Tech. Sci.* – 2021. – Vol. 69, No. 2. – Art. e136726. – 5 p. <https://doi.org/10.24425/bpasts.2021.136726>
63. Kuzmak A. R. Measuring entanglement of a rank-2 mixed state prepared on a quantum computer / A. R. Kuzmak, V. M. Tkachuk // *Eur. Phys. J. Plus.* – 2021. – Vol. 136, No. 5. – Art. 564. – 12 p. <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-021-01553-2>
64. Shvaika Z. Bose systems in linear traps: Exact calculations versus effective space dimensionality / Z. Shvaika, P. Sapriianchuk, A. Rovenchak // *Fiz. Nizk. Temp.* – 2021. – Vol. 47, No. 7. – P. 626–632; *Low Temp. Phys.* – 2021. – Vol. 47, No. 7. – P. 577–583. <https://doi.org/10.1063/10.0005185>
65. Krynytskyi Yu. Asymptotic estimation for eigenvalues in the exponential potential and for zeros of $K_{iv}(z)$ with respect to order / Yu. Krynytskyi, A. Rovenchak // *SIGMA.* – 2021. – Vol. 17. – Art. 057. – 7 p. <https://doi.org/10.3842/SIGMA.2021.057>
66. Tataryn M. B. Thermodynamics of a static electric-magnetic black hole in Einstein-Born-Infeld-AdS theory with different horizon geometries / M. B. Tataryn, M. M. Stetsko // *Gen. Relativ. Gravit.* – 2021. – Vol. 53, No. 8. – Art. 72. – 16 p. <https://doi.org/10.1007/s10714-021-02842-y>
67. Krynytskyi Yu. S. Derivation of the robustness from the concurrence / Yu. S. Krynytskyi, A. R. Kuzmak // *Mod. Phys. Lett. A.* – 2021. – Vol. 36, No. 23. – Art. 2150166. – 12 p. <https://doi.org/10.1142/S0217732321501662>
68. Kuzmak A. R. Measuring distance between quantum states on a quantum computer / A. R. Kuzmak // *Quantum Inf. Process.* – 2021. – Vol. 20, No. 8. – Art. 269. – 18 p. <https://doi.org/10.1007/s11128-021-03196-9>
69. Husev M. On the verge of life: Distribution of nucleotide sequences in viral RNAs / M. Husev, A. Rovenchak // *Biosemiotics.* – 2021. – Vol. 14. – 17 p. <https://doi.org/10.1007/s12304-021-09403-5>
70. Verkholyak T. Capacitive energy storage in single-file pores: Exactly-solvable models and simulations / T. Verkholyak, A. Kuzmak, S. Kondrat // *J. Chem. Phys.* – 2021. – Vol. 155, No. 17. – Art. 174112. – 12 p. <https://doi.org/10.1063/5.0066786>
71. Rovenchak A. Bamana tales recorded by Umaru Nanankoro Jara: A comparative study based on a Bamana–French parallel corpus / A. Rovenchak // *Mandenkan: Bulletin semestriel d'études linguistiques mandé.* – 2021. – No. 64. – P. 81–104. <https://doi.org/10.4000/mandenkan.2471>
72. Gnatenko Kh. P. Particle in a uniform field in a noncommutative space with preserved time reversal and rotational symmetries / Kh. P. Gnatenko, Kh. I. Stakhur, A. V. Kryzhova // *J. Phys. Stud.* – 2021. – Vol. 25, No. 2. – Art. 2002. – 6 p. <https://doi.org/10.30970/jps.25.2002>
73. Собко Б. Зв'язок параметрів другого віріального коефіцієнта неабелевих еніонів з двопараметричними дробовими статистиками // *Укр. фіз. журн.* – 2021. – Т. 66, №7. – С. 595–600; *Sobko B. Yu.* Relationship between the parameters of the second virial coefficient of non-Abelian anyons and the two-parametric fractional statistics // *Ukr. J. Phys.* – 2021. – Vol. 66, No. 7. – P. 595–600. <https://doi.org/10.15407/ujpe66.7.595>
74. Plechystyy V. Surface diffusion and cluster formation of gold on the silicon (111) / V. Plechystyy, I. Shtablavyi, K. Rybacki, S. Winczewski, S. Mudry, J. Rybicki // *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* – 2020. – V. 101. – Iss. 2. – P. 49-59.

75. Plechystyy V. Effect of heat treatment on the diffusion intermixing and structure of the Cu thin film on Si (111) substrate: a molecular dynamics simulation study / V. Plechystyy, I. Shtablavyi, S. Winczewski, K. Rybacki, B. Tsizh, S. Mudry and J. Rybicki // *Molecular simulation*. – 2021. – VOL. 47, NO. 17. – P. 1381–1390.
76. Nykyruy Y. Nanostructuring of Fe_{73.5}Nb₃Cu₁Si_{15.5}B₇ amorphous alloy surface by laser induced periodic structure formation / Yulia Nykyruy, Stepan Mudry, Ihor Shtablavyi, Iaroslav Gnilitskyi // *Appl. Nanosci.* (2021). <https://doi.org/10.1007/s13204-021-01866-9>
77. Nykyruy Y. Nanocrystallization and phase formation in Fe_{73.5}Nb₃Cu₁Si_{15.5}B₇ amorphous ribbon under laser heating / Yulia S. Nykyruy, Stepan I. Mudry, Yuriy O. Kulyk, and Marcin Lapinski // *Materials Science- Poland*. – 2020. – 38(4). – P. 526–534. DOI: <https://doi.org/10.2478/msp-2020-0064>.
78. Kostyshyn N.M. Effect of zoledronic acid on bone nanocomposites organization and prevention of bone mineral density loss in ovariectomized rats / N.M. Kostyshyn, M.R. Gzhegotskyi, L.P. Kostyshyn, S.I. Mudry // *Drug Metabolism and Personalized Therapy*. – 2021. – 36(3). – P. 239–245.
79. Kostyshyn N. Using X-ray diffraction in characterization of bone remodeling and nanocomposites in ovariectomized rats osteopenia model / N. Kostyshyn, M. Gzhegotskyi, L. Kostyshyn, Y. Kulyk, S. Mudry // *Polish Journal of Medical Physics and Engineering*. – 2021. – 27(2). – P. 157–163.
80. Kostyshyn N.M. Effects of mechanical stimuli on structure and organization of bone nanocomposites in rats with glucocorticoid-induced osteoporosis / N.M. Kostyshyn, M.R. Gzhegotskyi, L.P. Kostyshyn, S.I. Mudry // *Endocrine Regulations*. – 2021. – 55(1). – P. 42–51.
81. Lazoryk I.V. Peculiarities of photoluminescence in gas ambient of doped ZnO nanopowders / I.V. Lazoryk, I.D. Popovych, Y.I. Venhryn, A.S. Serednytski, S.I. Mudry // *Applied Nanoscience (Switzerland)*. – 2020. – 10(12). – P. 5003–5008.
82. Shtablavyi I. Structure and free volume distribution in Bi-Zn liquid alloys / I. Shtablavyi, V. Plechystyy, B. Tsizh, S. Mudry // *Journal of physical studies*. – 2020. – V. 24, No. 4. – 4601 (8 p.).
83. Bilyk R. Self-associated atomic groups in Ga-Sn liquid alloys. / R. Bilyk, S. Mudry // *Ukrainian Journal of Physics*. – 2021. – 66, (4). – P. 327–332.
84. Yakymovych A. Nanocomposite SAC Solders: the Effect of Heat Treatment on the Morphology of Sn-3.0Ag-0.5Cu/Cu Solder Joints Reinforced with Ni and Ni-Sn Nanoparticles / A. Yakymovych, Y. O. Plevachuk, L. Orovcik, S. P. Švec // *Applied Nanoscience*. – 2021. (<https://doi.org/10.1007/s13204-021-01750-6>).
85. Дуфанець М. В. Електропровідність і термоерс високоентропійних сплавів системи AlCoCrCuFeNi у рідкому стані / М. В. Дуфанець, Ю. О. Плевачук, В. М. Склярчук // *Журнал фізичних досліджень*. – 2021. – Т. 25, №3, стаття 3601. – С. 1-7. (<https://doi.org/10.30970/jps.25.3601>).
86. Bordun I. Comparison of Structure and Magnetic Properties of Ni/C Composites Synthesized from Wheat Straw by Different Methods / I. Bordun, K. Chwastek, D. Cafus, P. Chabecki, F. Ivashchyshyn, Z. Kohut, A. Borysiuk and Y. Kulyk. // *Appl. Sci.* – 2021. – 11, 10031. – P. 2-18. DOI.org/10.3390/app112110031.
87. Kostyshyn N.M. Effect of body vibration on structural organisation of tibia nanocomposites in rats with glucocorticoid-induced osteoporosis / N.M. Kostyshyn, M.R. Gzhegotskyi, L.P. Kostyshyn, Y.O. Kulyk // *Fiziologichniy Zhurnal*. – 2021. – 67(1). – P. 29–36.

2 Статті в інших виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science, Scopus та інших;

1. Kovalyshyn Y. S. Synthesis and Electrochemical Properties of Polyaniline Composites / Y. S. Kovalyshyn, I. Tereniak, I. V. Saldan, O. V. Reshetnyak, R. Y. Serkiz // Proceedings of the 2020 IEEE 10th International Conference on "Nanomaterials: Applications and Properties". Sumy, Ukraine. – 2020. – art. no. 9309531. – P. 1-5. (10.1109/NAP51477.2020.9309531).

3 Статті в інших закордонних виданнях;

2. Kovalenko M. V. Structural, electronic and optical properties of CsPbBr₃ and CH₃NH₃PbBr₃: First-principles Modeling / M. V. Kovalenko, O. V. Bovgyra, V. A. Kolomiets, V. B. Kapustianyk // 2021 IEEE 12th International Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT). – 2021. – P. 232-237. (10.1109/ELIT53502.2021.9501119).
3. Horon B.I. Least-Squares Analysis of the Dielectric Permittivity for Improper Ferroelectric Ammonium Fluoroberyllate // B.I.Horon, O.S. Kushnir, V. Yo. Stadnyk, A.I. Kashuba // IEEE XIIth Intern. Conf. on Electronics and Infor. Techn. (ELIT). Book of Abstracts. – 2021–P.261–264, doi: 10.1109/ELIT53502.2021.9501089.
4. Rudysh M. First principles calculation of band structure and physical properties of ferroelectric (NH₄)₂BeF₄ crystal / M. Rudysh, B. Horon, P. Shchepanskyi, V. Stadnyk and R. Brezvin // IEEE 12th Intern. Conf. on Electronics and Infor. Techn. (ELIT). – 2021. – P. 310-314. <https://doi.org/10.1109/ELIT53502.2021.9501145>
5. Stadnyk V. Phase transition in impurity crystals of potassium sulfate: refractive parameters // V. Stadnyk, P. Shchepanskyi, M. Rudysh, R. Matviiv and R. Brezvin // IEEE 12th Intern. Conf. on Electronics and Infor. Techn. (ELIT). – 2021. – P. 305-309. <https://doi.org/10.1109/ELIT53502.2021.9501089>
6. Ostapiuk L. R. Current Problems of Diagnostics and Treatment of Purulent-Inflammatory Diseases and Sepsis in Medical Practice. / L. R. Ostapiuk, A. S. Voloshinovskii, V. S. Savchyn, N. Tuziyk, T. S. Malyi // International Journal of Clinical Medicine. – 2021. – Vol. 12. – P. 87-107. (10.4236/ijcm.2021.123011).
7. Buk S. Sentence lengths in Ukrainian: From words to finite verbs via autosemantics / S. Buk, A. Rovenchak // Words and Numbers. In Memory of Peter Grzybek (1957-2019) / edited by Emmerich Kelih and Reinhard Köhler. – Lüdenschied : RAM-Verlag, 2020. P. 16–26.
8. Rovenchak A. Jak wyglądałaby grawitacja na płaskiej Ziemi? / A. Rovenchak // Delta – matematyka, fizyka, astronomia, informatyka. – 2021. – S. 4–7.

4 Статті у фахових виданнях України;

1. Карнаушенко В.О., Особливості позиціонування електронних станів 4f та 5d іону Pr в матриці LaF₃ / В.О. Карнаушенко, Я.М. Чорнодольський, В.В. Вістовський, С.В. Сиротюк, А.С. Волошиновський // Вісник Львівського університету. Серія фізична – 2020. – Том 57. – с. 122-131. <https://doi.org/10.30970/vph.57.2020.122>
2. Пушак А.С. Частотомір електричних імпульсів на базі програмованого мікроконтролера / Пушак А.С., Вістовський В.В., Жишкович А.В. // Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. – 2020. № 23. С. 211-215.
3. Ваврух М. Внутрішня будова зір з осьовим обертанням / Ваврух М., Дзіковський Д. // Вісник Львівського університету. Серія фізична. – 2020. – Вип. 57. – С. 65-100. <https://doi.org/10.30970/vph.57.2020.65>
4. Turko B. I. Effect of dopant concentration and crystalline structure on absorption edge of ZnO:Co films / B. I. Turko, L. R. Toporovska, Y. I. Eliyashevskyy, V. B. Kapustianyk, Y. O. Kulyk, M. S. Rudko, U. R. Mostovoy // Visnyk of the Lviv University. Series Physics. Lviv. – 2020. – V. 57. – P. 56-64. (10.30970/vph.57.2020.56).

5. Грицак Л. Р. Фрактальний аналіз поверхонь нано- і мікроструктур ZnO, отриманих різними методами / Л. Р. Грицак, Б. І. Турко, Р. Я. Серкіз, В. Б. Капустяник, А. П. Васьків // Електроніка та інформаційні технології. Львів. – 2021. – Вип. 15. – С. 90-99. (10.30970/eli.15.9).
6. Yakibchuk P. M. Electronic band structures of $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$, $\text{Si}_{1-x}\text{Sn}_x$ and $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ semiconductor alloys / P. M. Yakibchuk, O. V. Bovgyra, M. V. Kovalenko, I. V. Kutsa // Visnyk of the Lviv University. Series Physics. – 2020. – 57. – P. 101-113. (10.30970/vph.57.2020.101).
7. Petrusha I. A. Investigation of GaN behavior in contact with Fe, Fe₂-4N and Co/Cr at high pressures and high temperatures / I. A. Petrusha, B. S. Sadovyi, P. S. Sadovyi, A. S. Osipov, Y. Y. Rumiantseva, P. A. Balabanov, P. Klimczyk, Y. I. Sadova, O. V. Savitskyi, S. O. Hordieiev, T. O. Sakal // Інструментальне матеріалознавство (Tooling materials science): Збірник наукових праць. ІНМ ім. В. М. Бакуля НАН України. Київ. – 2021. – Вип. 24. – P. 312-325. (10.33839/2708-731X-24-1-312-325).
8. Slovotenko N. A. Hydrothermal regime of the quartz veins formation on the epithermal deposits / N. A. Slovotenko, L. Z. Skakun, R. Y. Serkiz // Мінералогічний збірник. Львівський національний університет імені Івана Франка. Львів. – 2020. – № 70 Вип. 1-2. – P. 60-63.
9. Яцишин М. М. Електрохімічне окиснення піролу на поверхні аморфного сплаву $\text{Al}_{87}\text{Ni}_8\text{Y}_5$ в 0,5 М розчині сульфатної кислоти / М. М. Яцишин, Х. Влад, Р. Я. Серкіз, О. В. Решетняк, Н. Пандяк // Вісник Львівського університету. Серія хімічна.. – 2021. – вип 62. – С. 263-274. (0.30970/vch.6201.263).
10. Бовгира О. Структурні, електронні та оптичні властивості мультифероїків групи $(\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{NH}_3)_2\text{CuCl}_4$ // О. Бовгира, М. Коваленко, В. Капустяник, О. Козаченко // Вісник Львівського університету. Серія фізична. – 2021. – т. 58. – С. 16–29. <https://doi.org/10.30970/vph.58.2021.16>
11. Gnatenko Kh. P., Susulovska N. A., Tkachuk V. M. Parameters of the deformed algebra with minimal uncertainties in position and momentum and the weak equivalence principle– 2021. – Iss. 58. – P. 30–38. <https://doi.org/10.30970/vph.58.2021.30>
12. Кирилів В. І. Вплив моди деформації на силові умови формування поверхневої наноструктури сталі 40X / В. І. Кирилів, В. І. Гурей, О. В. Максимів, І. В. Гурей, Ю. О. Кулик. //Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2021. – № 3. – С. 126-132.

5 Статті в інших виданнях України.

1. Rovenchak A. Physics in Lviv institutions for higher education / A. Rovenchak // Leopoldis Scientifica. Exact Sciences in Lviv until the middle of the 20th century / edited by O. Petruk. – Lviv : Institute for Applied Problems in Mechanics and Mathematics, 2021. – P. 235–272.
2. Гнатенко Х. П. Біт квантовий / Х. П. Гнатенко // Велика українська енциклопедія. – 2021.

Тези доповідей на конференціях

Тези доповідей на міжнародних конференціях.

1. Костецький О. Структура та рефрактивні параметри кристалів $\beta\text{-LiNH}_4\text{SO}_4$ з домішкою марганцю / О. Костецький, Р. Брезвін, М. Рудиш, П. Щепанський, В. Стадник // Тези доповідей Міжнародної конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «ЕВРИКА–2021», 18-20 травня, 2021. Львів, Україна. – С. В13.
2. Матвіїв Р. Вплив домішок на термічні та рефрактивні параметри кристалів K_2SO_4 в області фазового переходу / Р. Матвіїв, М. Рудиш, П. Щепанський, Р. Кільдіяров, В. Стадник // Тези доповідей Міжнародної конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «ЕВРИКА–2021»б 18-20 травня, 2021. – Львів, Україна. – С. В4.

3. Shchepanskyi P.A. Electronic structure of $\text{NaNH}_4\text{SO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ crystal / P.A. Shchepanskyi, M.Ya. Rudysh, V.Yo. Stadnyk, R.S. Brezvin // Abstracts of International Conference of Students and Young Scientists in Theoretical and Experimental Physics «HEUREKA-2021», May 18-20, 2021. – Lviv, Ukraine. – P. B12.
4. Rudysh M.Ya. Structure and properties calculation of $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$ crystals / M.Ya. Rudysh, A.O. Fedorchuk, V.Yo. Stadnyk, P.A. Shchepanskyi, R.S. Brezvin, B.I. Horon, A.I. Lupanov // Abstracts of International Conference of Students and Young Scientists in Theoretical and Experimental Physics «HEUREKA-2021», May 18-20, 2021. – Lviv, Ukraine. – P. B6.
5. Rudysh M.Ya. Position of electronic d -levels of I-III-VI₂ group crystals / M. Ya. Rudysh, O. Y. Khyzhun, A. O. Fedorchuk, P.A. Shchepanskyi, V. Yo. Stadnyk, M. G. Brik, M. Piasecki, // Proceedings of Fourth International Conference “Actual problems of fundamental science” - APFS’2021, June 01-05, 2021. – Lutsk-Lake “Svityaz”, Ukraine. – P. 108.
6. Rudysh M.Ya. The influence of Cu impurity on the temperature dependences of the refractive indices of K_2SO_4 / M. Ya. Rudysh, V. Yo. Stadnyk, P.A. Shchepanskyi // Proceedings of Fourth International Conference “Actual problems of fundamental science” - APFS’2021, June 01-05, 2021. – Lutsk-Lake “Svityaz”, Ukraine. – P.122.
7. Matviiv R. Refractive and dilatometric properties of doped of K_2SO_4 crystals // R. Matviiv, V. Stadnyk, R. Brezvin P. Shchepanskyi, and R.Kildiyarov // Inter. conf. on Oxide Materials for Electronic Engineering (OMEE-2021). – Book of abstr. – Lviv – 28.09-02.10.2021. – P. 117.
8. Rudysh M., Crystal growing, optical and electronic parameters study of $(\text{NH}_4)_2\text{BeF}_4$ crystals / M. Rudysh, V. Stadnyk, P. Shchepanskyi, A. Fedorchuk, R. Rrezvin, B. Horon // Abstracts of X International seminar “Properties of ferroelectric and superionic systems” Uzhhorod, October 26-27, 2021. – PP. 65-67.
9. Kostetskyi O. Optical properties of doped LiNH_4SO_4 crystals in β -modification / O. Kostetskyi, R. Brezvin, V. Stadnyk, M. Rudysh, P. Shchepanskyi // Abstracts of 13th Workshop on Current Problems in Physics, Lviv, 25-27, October, 2021. – PP. 24-25.
10. Stadnyk V. On the phase transition in the doped potassium sulfate crystals / V. Stadnyk, P. Shchepanskyi, M. Rudysh, R. Kildiyarov // Abstracts of X International seminar “Properties of ferroelectric and superionic systems” Uzhhorod, October 26-27, 2021. – PP. 73-75.
11. Kostetskyi O., Temperature and spectral changes of refractive parameters of doped LiNH_4SO_4 crystals in β -modification / O. Kostetskyi, R. Brezvin, P. Shchepanskyi, M. Rudysh, V. Stadnyk // Abstracts of X International seminar “Properties of ferroelectric and superionic systems” Uzhhorod, October 26-27, 2021. – PP. 70-72.
12. Рудиш М.Я., Електронна структура, оптичні та пружні властивості кристалів AgGaS_2 : теоретичні дослідження / М.Я. Рудиш // Тези доповідей Конференції молодих вчених з фізики напівпровідників «Лашкарівські читання», 5-7 квітня, 2021. – Київ, Україна. – P. 50-51.
13. Rudysh M.Ya. Modelling of vibrational properties of AgGaS_2 crystals / M.Ya. Rudysh // Abstracts of III International internet conference for young researchers and students «Topical Issues of Fundamental and Applied Studies», April 12-13, 2021. – Lutsk, Ukraine. – P. 49-51.
14. Rudysh M.Ya. Investigation of electronic and elastic properties of AgGaTe_2 chalcopyrite crystals: DFT study / M.Ya.Rudysh, M. Piasecki, M.G. Brik // Abstracts of III International internet conference for young researchers and students «Topical Issues of Fundamental and Applied Studies», April 12-13, 2021. – Lutsk, Ukraine. – P. 51-53.
15. Rudysh M. Elastic properties and anisotropy of I-III-VI₂ chalcopyrite crystals / M. Rudysh // Abstracts of International Conference of Students and Young Scientists in Theoretical and Experimental Physics «HEUREKA-2021», May 18-20, 2021. – Lviv, Ukraine. – P. B8.
16. Rudysh M.Ya. Computational study of vibrational properties of AgGaX_2 (S =S, Se, and Te) crystals / M.Ya. Rudysh, G.L. Myronchuk, M.G. Brik, M. Piasecki // Abstracts of International

- Conference of Students and Young Scientists in Theoretical and Experimental Physics «HEUREKA-2021», May 18-20, 2021. – Lviv, Ukraine. – P. A1.
17. Rudysh M.Ya. Simulation of the vibrational properties of CuAlS_2 crystals / M.Ya. Rudysh, G.L. Myronchuk // Proceedings of Fourth International Conference “Actual problems of fundamental science” - APFS'2021, June 01-05, 2021. – Lutsk-Lake “Svityaz”, Ukraine. – P. 104.
 18. Rudysh M.Ya. Influence of composition modification on the properties for $\text{CuGa}(\text{S}_{1-x}\text{Se}_x)_2$ solid solutions / M.Ya. Rudysh, G.L. Myronchuk, A.O. Fedorchuk // Abstracts of XVII International Scientific Conference “Electronics and Applied Physics”, October 19-23, 2021. – Kyiv, Ukraine. – PP. 37-38.
 19. Rudysh M., Peculiarities of the dynamical properties in AgAlS_2 chalcopyrite crystals / M. Rudysh, G. Myronchuk, O. Khyzhun // Abstracts of X International seminar "Properties of ferroelectric and superionic system", October, 26-27, 2021. Uzhhorod, Ukraine. – PP. 68-69.
 20. Rudysh M.Ya., Hydrostatic pressure influence on structure and properties of AgAlS_2 crystal / M.Ya. Rudysh, A. Popov, M. Piasecki, M. Brik, G.L. Myronchuk // Abstracts of 13th Workshop on Current Problems in Physics, Lviv, 25-27, October, 2021. – P. 25.
 21. Dendebera M., Polymer nanocomposites with embedded CsPbBr_3 nanoparticles / M. Dendebera, A. Zaichenko, N. Mitina, Ya. Chornodolsky, T. Demkiv, V. Mykhaylyk, V. Vistovsky, A. Voloshinovskii // 11th International Conference on Luminescent Detectors and Transformers of Ionizing Radiation, September 12-17, 2021, – Bydgoszcz, Poland. – TuP1-17.
 22. Dendebera M., Temperature behavior of the near band edge luminescence in CsPbBr_3 single crystals, microcrystals and nanoparticles / M. Dendebera, T. Malyi, A. Zhyshkovich, Ya. Chornodolsky, A. Pushak, R. Gamernyk, O. Antonyak, T. Demkiv, V. Vistovsky, A. Voloshinovskii // 11th International Conference on Luminescent Detectors and Transformers of Ionizing Radiation, September 12-17, 2021, – Bydgoszcz, Poland. – TuP1-18.
 23. Karnaushenko V.O., Theoretical research of electron energy structure of CeBr_2I and CeBrI_2 crystals / V.O. Karnaushenko, Y.M. Chornodolsky, V.V. Vistovsky, S.V. Syrotyuk, A.S. Voloshinovskii // 20th International conference on defects in insulating materials (ICDIM2020) November 23-27, 2020. – Sergipe, Brazil. – P. 32.
 24. Karnaushenko V.O., Energy structure of mixed-halide cerium scintillators: $\text{CeF}_{3-x}\text{Cl}_x$ and $\text{CeCl}_{3-x}\text{Br}_x$ / V.O. Karnaushenko, Y.M. Chornodolsky, V.V. Vistovsky, S.V. Syrotyuk, A.S. Voloshinovskii // International workshop for young scientists “Functional materials for technical and biomedical applications”, September 6–10, 2021. – Kharkiv, Ukraine. – P. 30.
 25. Карнаушенко В.О., Електронна енергетична структура кристалів $\text{LaF}_3:\text{Lu}$ та $\text{LaF}_3:\text{Yb}$ / В.О. Карнаушенко, Я.М. Чорнодольський, В.В. Вістовський, А.С. Волошиновський // Тези доповідей Міжнародної наукової конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «Еврика-2021», 18–20 травня, 2021. – Львів, Україна. – С. В3.
 26. Підгорний О. Зонна структура кристалів CsSnX_3 ($X=\text{F}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) / О. Підгорний, Я. Чорнодольський // Тези доповідей Міжнародної наукової конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «Еврика-2021», 18–20 травня, 2021. – Львів, Україна. – С. В19.
 27. Ftomyn N. Investigation of the optical activity of $\text{Ca}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_4\text{O}_{14}$ crystals/ N. Ftomyn, Ya. Shopa // International Conference on Oxide Materials for Electronic Engineering – fabrication, properties and application OMEE-2021, September 28-October, 2021, Lviv, Ukraine. Book of Abstracts. – P.116.
 28. Новосад І. Випромінювальні процеси в кристалах йодистого цезію з домішками європію та гадолінію / І. Новосад, М. Рудко, Б. Турко, С. Новосад, А. Васьків // Тези доповідей

- міжнародної конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “ЕВРИКА-2021”, 18–20 травня 2021 р. – Львів, Україна, 2021. – С. В7.
29. Kostyk L. Recombination Luminescence of Zinc Tungstate Crystals Doped with Lithium, Terbium and Neodymium / L. Kostyk, V. Kapustyanyk, S. Novosad, I. Novosad, M. Rudko // Book of Abstracts International Conference on Oxide Materials for Electronic Engineering – fabrication, properties and applications (OMEE-2021), September 28 – October 2, 2021 / Editor : M. V. Shpotyuk. – Lviv : Lviv Polytechnic Publishing House, 2021. – P. 114.
 30. Aksimentyeva O. I. Nanofabrication of conducting polymer fillers in polystyrene matrix / O. I. Aksimentyeva, O. I. Konopelnyk, Yu. Yu. Horbenko, H. V. Martyniuk // International research and practice conference: Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2021): Abstract book. Lviv, 25–27 August 2021. – Lviv, 2021. – P. 74
 31. Konopelnyk O. Influence of Graphene Oxide on Absorption Spectra and Structure of Poly-ortho-Anisidine Films / O. Konopelnyk, O. Aksimentyeva, V. Glazunova // Abstracts of 11th International Conference “Nanomaterials: Applications & Properties” (NAP-2021), Sept. 5-11, 2021.- Odesa, Ukraine. – P. NSS-A-12.
 32. Konopelnyk O. I. The features of optical absorption and structure of poly-ortho-anisidine thin films doped with graphene oxide / O.I. Konopelnyk, O.I. Aksimentyeva // Materials of XVII International Freik Conference on Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems (XVIII – ICPTTFN), October 11-16, 2021.- Ivano-Frankivsk, Ukraine. - P. 61.
 33. Bulyk L. Pressure induced blue luminescence in CsPbBr₃ single crystals / L. Bulyk, Y. M. Chornodol'skyi, T. M. Demkiv, R. V. Gamernyk, V. V. Vistovskyy, A. Suhocki, A. S. Voloshinovskii // 11th International Conference on Luminescent Detectors and Transformers of Ionizing Radiation, – 12-17.09.2021. Bydgoszcz, Poland. – 2021. – ThS10-O45.
 34. Aksimentyeva O. I. Organic-inorganic nanocomposites for absorption of electromagnetic radiation / O. I. Aksimentyeva, S. Malynych, R. Filipsonov, R. V. Gamernyk, G. Martyniuk // XVIII міжнародна фреїківська конференція з фізики і технології тонких плівок та наносистем, жовтень 11 -16, . Івано-Франківськ. – 2021. – P. 1.
 35. Aksimentyeva O. I. Shielding broadband electromagnetic radiation with conducting polymer composites / O. I. Aksimentyeva, S. Malynych, R. Filipsonov, R. V. Gamernyk // 4th International Conference “Actual problems of fundamental science”. Lutsk. – 2021. – P. 20-23.
 36. Павлик Б. В. Матеріали для сонячних батарей на основі кристалів CsPbCl₃ / Б. В. Павлик, Р. М. Лис, Р. В. Гамерник // 9-та Міжнародна науково-технічна конференція «Сенсорна електроніка та мікросистемні технології» (СЕМСТ-9): тези доповідей, 20 – 24 вересня 2021 р. – Одеса. – 2021. Одеса. – 2021. – С. 33.
 37. Дендебера М. Особливості люмінесценції мікро- та нанокристалів CsPbBr₃ / Микола Дендебера, Олександр Ткачук, Тарас Малий, Андрій Жишкович, Віталій Вістовський // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «Еврика - 2021», 18-20 травня 2021, Львів, Україна, В2.
 38. Vilkhа А. Diagnostics and modelling methods for the analysis of the nebular spectra, / Vilkhа А., Kasheba М., Melekh В. // Тези Міжнародної конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “Еврика”. 18-20 травня, 2021 р. – Львів, Україна. – С. F1.
 39. Kasheba М. The chemical composition of PNe and the radial O/H abundance gradient in the Milky Way / Kasheba М., Melekh В. // Тези Міжнародної конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “Еврика”. 18-20 травня, 2021 р. – Львів, Україна. – С. F3.
 40. Кошмак І. Модель внутрішньої структури планетарної туманності для фотоіонізаційного моделювання / Кошмак І., Мелех Б., Хмілевська О. // Тези Міжнародної конференція

- студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “Еврика”. 18-20 травня, 2021 р. – Львів, Україна. – С. F4.
41. Шевченко М. Фотоіонізаційний аналіз хемодинамічних симуляцій еволюцій карликових галактик з активним зореутворенням: порівняння модельних спектрів з даними спостережень / Шевченко М., Мелех Б., Бугаєнко О. // Тези Міжнародної конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “Еврика”. 18-20 травня, 2021 р. – Львів, Україна. – С. F8.
 42. Дзіковський Д. Обернена задача в політропній теорії зір з осьовим обертанням / Дзіковський Д., Ваврух М. // Тези Міжнародної конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “Еврика”. 18-20 травня, 2021 р. – Львів, Україна. – С. F2.
 43. O. Buhajenko, B. Melekh Photoionization modelling of the nebular objects with detailed calculation of the diffuse ionizing radiation transfer // Workshop on current problems in physics. program and abstracts. Lviv, 25-27 October 2021 –P.7-8.
 44. M. Kasheba, B. Melekh The radial distribution of the chemical elements in Milky Way galaxy obtained using planetary nebulae abundances // Workshop on current problems in physics. program and abstracts. Lviv, 25-27 October 2021 –P.15-16.
 45. Koshmak I. O. Photoionization modelling of the HII regions surrounding star-forming regions / I. O. Koshmak, B. Y. Melekh // Workshop on current problems in physics. Program and abstracts. Lviv, 25-27 October 2021. – 2021. – P. 27.
 46. Koshmak I. O. Multicomponent photoionization modelling of the HII regions surrounding continuous star-forming regions / I. O. Koshmak, B. Y. Melekh // 27th Young Scientists Conference on Astronomy and Space Physics (Kyiv, April 26–30, 2021). Book of Abstracts. – 2021. – P. 42.
 47. Vilkhа А., Kasheba M., Melekh B. Diagnostics and modelling methods for the analysis of the nebular spectra // Astronomy and Space Physics in Kyiv University. Book of Abstracts. International Conference (May 25 – May 28, 2021, Kyiv, Ukraine) – P.44-45.
 48. M. Patrii, O. Petruk. Dopplerography of the Tycho supernova remnant.// Program and abstracts. Workshop on current problems in physics. p. 14-15. 25-27 october, 2021. - Lviv.
 49. B. S. Novosyadlyj, Yu. A. Kulinich, B. Ya. Melekh, V. M. Shulga The Cosmic Dawn: the first molecules in the halos and between them // International Conference “Astronomy and Space Physics”, May 25 - May 28, 2021. Book of abstracts. – P.35.
 50. Коломієць В. А. Структурні, електронні та оптичні властивості неорганічного перовскіта CsPbBr₃: першопринципне дослідження / В. А. Коломієць, М. В. Коваленко, О. В. Бовгира, В. Б. Капустяник // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції студентів та молодих вчених” (ФЕЕ-2021) - Суми (19–23 квітня). Суми, Україна. – 2021. – С. 35.
 51. Kozachenko O. V. Band structure and magnetic properties of quasi-one-dimensional antiferromagnet (TrMA)MnCl₃×2H₂O / O. V. Kozachenko, O. V. Bovgyra, M. V. Kovalenko, V. B. Kapustianyk // Abstract book International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2021)” - Lviv (25–27 August). Lviv, Ukraine. – 2021. – P. 434.
 52. Чорній Ю. В. Температурна еволюція абсорбційних спектрів сегнетоеластоелектрика тетрахлоркупрату амонію дигідрату / Ю. В. Чорній, В. Б. Капустяник, С. І. Семак, М. С. Рудко, А. П. Васьків // International Conference of Young Scientists and Post-Graduate Students (IEP-2021). Uzhhorod, Ukraine. – 2021. – С. 74.
 53. Гірняк С. І. Спектри поглинання та електрон-фононна взаємодія сегнетоеластоелектрика тетрахлоркупрату амонію дигідрату / С. І. Гірняк, С. І. Семак, В. Б. Капустяник, Ю. В. Чорній, М. С. Рудко // Тези доповідей міжнародної конференції студентів і молодих

- науковців з теоретичної та експериментальної фізики «ЕВРИКА-2021». Львів, Україна. – 2021. – С. 0.
54. Semak S. I. Plasmon effect in DMAAS ferroelectric crystal with silver nanoparticles on their surface / S. I. Semak, M. S. Rudko, V. B. Kapustianyk, B. I. Turko, I. M. Bolesta // International research and practice conference Nanotechnology and Nanomaterials (NANO-2021). Lviv, Ukraine. – 2021. – P. 444.
 55. Чорній Ю. В. Магнітні властивості антиферромагнетика $[(\text{CH}_3)_3\text{NH}]\text{MnCl}_3 \times 2\text{H}_2\text{O}$ / Ю. В. Чорній, В. Б. Капустяник // Тези доповідей міжнародної конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «ЕВРИКА-2021». Львів Україна. – 2021. – С. 0.
 56. Чорній Ю. В. Термохромні нано- та мікрокомпозиції на основі кристалів $(\text{NH}_2(\text{C}_2\text{H}_5)_2)_2\text{CuCl}_4$ / Ю. В. Чорній, С. І. Семак, В. Б. Капустяник // International Conference of Young Scientists and Post-Graduate Students (IEP-2021). Ужгород. – 2021. – С. 72-73.
 57. Chornii Y. V. Peculiarities of ferroelastoelectric domain structure and nanocrystals' growth on the surface of $[(\text{CH}_3)_2\text{CHNH}_3]_4\text{Cd}_3\text{Cl}_{10}$ crystal / Y. V. Chornii, V. B. Kapustianyk, Y. I. Eliyashevskyy, R. Y. Serkiz // The International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials" (NANO-2021). Lviv, Ukraine. – 2021. – P. 293.
 58. Kapustianyk V. B. Multiferroic properties of $[\text{N}(\text{C}_2\text{H}_5)_4]_2\text{CoCl}_2\text{Br}_2$ solid solution / V. B. Kapustianyk, B. Cristóvão, D. Osypiuk, Y. I. Eliyashevskyy, Y. V. Chornii, B. S. Sadovyi // X International seminar "Properties of ferroelectric and superionic systems". Uzhhorod, Ukraine. – 2021. – P. 59.
 59. Коломієць В. А. Зонно-енергетична структура та оптичні властивості кристалів перовскіту CsPbBr_3 / В. А. Коломієць, В. Б. Капустяник, М. В. Коваленко // Тези доповідей Міжнародної конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики ЕВРИКА-2020, 6-7 жовтня 2020 р.. – Львів, Україна.. – 2021. – С. 19.
 60. Kostyk L. V. Recombination Luminescence of Zinc Tungstate Crystals Doped with Lithium, Terbium and Neodymium / L. V. Kostyk, V. B. Kapustianyk, S. S. Novosad, I. S. Novosad, M. S. Rudko // International Conference on Oxide Materials for Electronic Engineering – fabrication, properties and applications (OMEE-2021). Lviv Polytechnic Publishing House. Lviv. – 2021. – P. 114.
 61. Rudko M. S. X-ray luminescence spectra of the undoped ZnTe crystal / M. S. Rudko, V. B. Kapustianyk, V. B. Mykhailik // II International Advanced Study Conference «Condensed Matter & Low Temperature Physics 2021» (CM<P 2021). Kharkiv, Ukraine. – 2021. – P. 99.
 62. Рудко М. С. Низькотемпературні спектри рентгенолюмінесценції перовскітів CsPbBr_3 / М. С. Рудко, В. Б. Капустяник, В. Б. Михайлик // Тези доповідей міжнародної конференції студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «ЕВРИКА-2021». Львів, Україна. – 2021. – С.
 63. Rudko M. S. X-ray luminescence spectra of undoped Ga_2O_3 crystal / M. S. Rudko, V. B. Kapustianyk, V. B. Mykhailik // International Conference of Young Scientists and Post-Graduate Students (IEP-2021). Uzhhorod, Ukraine. – 2021. – P. 119.
 64. Kapustianyk V. B. Photovoltaic effect in ferroelectric $[(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_{0.68}\text{Ti}_{0.32}]\text{O}_3$ crystal / V. B. Kapustianyk, Y. I. Eliyashevskyy, U. R. Mostovoy, B. Kundys // In abstracts of Workshop on current problems in physics. Lviv, 25-27 October 2021. – 2021. – P. 16-17.
 65. Vasil'yev V. S. Synthesis and optical properties of composite structure based on ZnO microstructures and Alq_3 thin film / V. S. Vasil'yev, B. I. Turko, I. D. Karbovnyk, A. V. Kukhta, R. Y. Serkiz, Y. O. Kulyk // Abstracts of International Conference of Students and Young Scientists in Theoretical and Experimental Physics «HEUREKA-2021», May 18–20, 2021. – Lviv, Ukraine. – 2021. – P. 0.

66. Новосад І. С. Випромінювальні процеси в кристалах йодистого цезію з домішками європію та гадолінію / І. С. Новосад, М. С. Рудко, Б. І. Турко, С. С. Новосад, А. П. Васків // Тези доп. Міжнар. конференції студентів і мол. науковців з теорет. та експеримент. фізики «ЕВРИКА-2021», Львів, Україна, 18–20 травня 2021. – 2021. – С. 7.
67. Parandiy P. P. Microprocessor system as analyzing complex of gas and vapour sensors / P. P. Parandiy, N. V. Pelypets, B. I. Turko // Abstracts of 2021 IEEE 12th International Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT), Lviv, May 19–21, 2021. – 2021. – P. 41-45.
68. Rudko M. S. Porous silicon surface modified and incorporated by ZnO / M. S. Rudko, P. P. Parandiy, B. I. Turko // Abstracts of International research and practice conference «NANOTECHNOLOGY AND NANOMATERIALS» (NANO-2021), Lviv, August 25–27, 2021. – 2021. – P. 436-437.
69. Karbovnyk I. D. Luminescence polarization enhancement of the composite material based on Alq₃ thin film and ZnO microdisks / I. D. Karbovnyk, B. I. Turko, B. S. Sadovyi, V. S. Vasil'yev, R. Y. Serkiz, Y. O. Kulyk, H. I. Klym, A. V. Kukhta // Abstracts of International research and practice conference «NANOTECHNOLOGY AND NANOMATERIALS» (NANO-2021), Lviv, August 25–27, 2021. – 2021. – P. 498.
70. Rudko M. S. Porous silicon surface modified and incorporated by ZnO. / M. S. Rudko, P. P. Parandiy, B. I. Turko // Abstracts of International Conference on Oxide Materials for Electronic Engineering «OMEE-2021», Lviv, September 28 – October 2, 2021. – 2021. – P. 0-72.
71. Коваленко М. В. Вплив легування атомами III групи елементів на на електронну структуру ZnO / М. В. Коваленко, О. В. Бовгира, В. Є. Дзіковський, А. І. Кашуба, Г. А. Ільчук, Р. Ю. Петрусь, І. В. Семків // Матеріали Міжнародної конференції молодих вчених та аспірантів «ІЕФ-2021». - Ужгород (26-28 травня). Ужгород, Україна. – 2021. – С. 85.
72. Коваленко М. В. Структурні, електронні та оптичні властивості CH₃NH₃PbBr₃: розрахунок з перших принципів / М. В. Коваленко, О. В. Бовгира, О. В. Козаченко // Матеріали Міжнародної конференції молодих вчених та аспірантів «ІЕФ-2021». - Ужгород (26-28 травня). Ужгород, Україна. – 2021. – С. 82.
73. Kozachenko O. V. Electronic structure and optical properties of organic-inorganic CH₃NH₃PbBr₃ perovskites / O. V. Kozachenko, M. V. Kovalenko, O. V. Bovgyra // International Conference of Students and Young Researchers in Theoretical and Experimental Physics “HEUREKA-2021”. Book of abstracts - Lviv (May 18-20). Lviv, Ukraine. – 2021. – P. 6.
74. Vasil'yev V. S. Structure and electronic properties of nanoporous ZnO phases with cubic morphologies / V. S. Vasil'yev, V. Y. Dzikovskyi, M. V. Kovalenko, O. V. Bovgyra // International Conference of Students and Young Researchers in Theoretical and Experimental Physics “HEUREKA-2021”. Book of abstracts - Lviv (May 18-20). Lviv, Ukraine. – 2021. – P. 10.
75. Dzikovskyi V. Y. Structural and electronic properties of ZnO nanoporous phases: an ab initio study / V. Y. Dzikovskyi, O. V. Bovgyra, M. V. Kovalenko, V. S. Vasil'yev // Abstract book International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2021)” - Lviv (25–27 August). Lviv, Ukraine. – 2021. – P. 161.
76. Bovgyra O. V. First principles study of structure and electronic properties of (ZnO)_n (n=96, 120) nanoclusters / O. V. Bovgyra, R. Bovhyra, D. Popovych // Abstract book International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials (NANO-2021)” - Lviv (25–27 August). Lviv. – 2021. – P. 163.
77. Mostovoy U. R. Study of photoluminescence in monocrystals Gd_{3-x}Sm_xGa₅O₁₂ / U. R. Mostovoy, T. Z. Grechukh, M. S. Rudko, O. I. Bilyy // In abstracts of Workshop on current problems in physics. Lviv, 25-27 October 2021. – 2021. – P. 13-14.

78. Білий О. І. Оптико-люмінесцентні дослідження монокристалів $Gd_{3-x}Sm_xGa_5O_{12}$ при $x=0,25$ та $x=0$ / О. І. Білий, Т. З. Гречух, У. Р. Мостовой // 9-а Міжнародна науково-технічна конференція "Сенсорна електроніка та мікросистемні технології"(СЕМСТ-9). Україна, Одеса, 20 – 24 вересня. – 2021. – С. 58.
79. Gnatenko Kh. P. Detecting Energy Levels of Spin Systems on IBM's Quantum Computer by Evolution of Mean Value of Physical Quantity / Kh. P. Gnatenko, H. P. Laba, V. M. Tkachuk // The IEEE International Conference on Quantum Computing and Engineering - October 17-22, 2021. – <https://qce.quantum.ieee.org/posters-program/>
80. Susulovska N. A. Quantifying Geometric Measure of Entanglement of Multi-qubit Graph States on the IBM's Quantum Computer / N. A. Susulovska, Kh. P. Gnatenko // The IEEE International Conference on Quantum Computing and Engineering - October 17-22, 2021. <https://qce.quantum.ieee.org/posters-program/>
81. Gnatenko Kh. P. Graph states of spin systems with Ising interaction and detecting their entanglement on IBM's quantum computer / Kh. P. Gnatenko // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. D1.
82. Крижова А. В. Імовірність визначення квантового стану серед N можливих та її обчислення на квантових комп'ютерах компанії IBM / А. В. Крижова, Х. П. Гнатенко // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. D2.
83. Сапріяничук П. Спектр частинки в лінійному тривимірному потенціалі / П. Сапріяничук, А. Ровенчак // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. D3.
84. Susulovska N. Preparation of graph states using controlled phase shift operators and quantification of their entanglement on IBM's quantum computer / N. Susulovska, Kh. Gnatenko // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. D4.
85. Тумук S. Studies of evolution and entanglement of spins with Heisenberg interaction on quantum / S. Тумук // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. D9.
86. Кудрик А. Космологічні моделі в скалярно-тензорних теоріях гравітації / А. Кудрик, М. Стецко // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. F5.
87. Татарин М. Ефект Джоуля-Томсона для статичної чорної діри з полем Борна-Інфельда з електричним та магнітним зарядами / М. Татарин, М. Стецко // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. F7.
88. Гусев М. Розподіл нуклеотидних послідовностей у вірусних РНК / М. Гусев, А. Ровенчак // Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики "Еврика-2021", Львів, 18-19 травня 2021 р.: Тези доповідей. – С. H2.
89. Rovenchak A. Ideal Bose-gas in steep traps / A. Rovenchak, Yu. Krynyskyi // II International Advanced Study Conference Condensed Matter & Low Temperature Physics 2021, 6-12 June 2021, Kharkiv, Ukraine: Abstract book. – P. 209.

90. Rovenchak A. Juda Kreisler: A biographical sketch of a Lviv physicist and a popularizer of science / A. Rovenchak, O. Rovenchak // Dickstein Forum 2021, September 14th to 17th, 2021, Cracow, Poland: Book of abstracts. – P. 18.
91. Makar L.I. FESEM study of surface morphology of arrays of noble metals nanoparticles / L.I. Makar, S. Mudry, V.M. Rubish, I. Shtablavyi, T.I. Yasinko // International Meeting Clusters And Nanostructured Materials (CNM-6) Uzhgorod Vodograj Ukraine, 5-9 October 2020. – P. 114-115.
92. Makar L.I. Formation of HgSe nanocrystalline inclusions in the matrix of amorphous selenium films / L.I. Makar, S. Mudry, L. Nykyruy, R.P. Pisak, V.M. Rubish, I. Shtablavyi, S.A. Bepalov, A.M. Solomon, R.S. Yavorskyi // International Meeting Clusters And Nanostructured Materials (CNM-6) Uzhgorod Vodograj Ukraine, 5-9 October 2020. – P. 267-269.
93. Rubish V.M. X-ray and FESEM study of mercury modified crystallized selenium films / V.M. Rubish, L.I. Makar, S. Mudry, R.P. Pisak, I. Shtablavyi, A.M. Solomon, L. Katanova // International Meeting Clusters And Nanostructured Materials (CNM-6) Uzhgorod Vodograj Ukraine, 5-9 October 2020. – P. 290-291.
94. Plechystyy V. Numerical methods for free volume calculation in disordered systems / V. Plechystyy, I. Shtablavyi and S. Mudry // The 17th Conference on Functional and Nanostructured Materials FNMA'21, 4–11 September, 2021 Paralia Katerinis, Greece. – P 63.
95. Shtablavyi I. Preparation, atomic structure and structure sensitive properties of AlCuZnSn medium entropy alloys reinforced with multi-walled carbon nanotubes / I. Shtablavyi, Y. Kulyk, O. Kovalskyi, V. Sklyarchuk, S. Mudry // The 17th Conference on Functional and Nanostructured Materials FNMA'21, 4–11 September, 2021 Paralia Katerinis, Greece. – P. 67.
96. Shtablavyi I. Temperature Dependence of Nickel Oxide Wetting with Liquid Tin / I. Shtablavyi, R. Ovsianyuk, S. Mudry, B. Venhryn, Yu. Pashko, Yu. Kulyk // International Conference on Oxide Materials for Electronic Engineering –fabrication, properties and applications OMEE-2021 September 28 – October 2, 2021 Lviv, Ukraine. – P 36.
97. Plechystyy V. Evolution of the atomic composition and structure of the interfacial boundary in the aluminum-silicon system / V. Plechystyy, I. Shtablavyi, S. Winczewski, K. Rybacki, S. Mudry, J. Rybicki // XVII International Freik conference on physics and technology of thin films and nanosystems Ivano-Frankivsk, October 11-16, 2021. – P. 111.
98. Nykyruy Yu. Nanocrystallization and magnetic properties of amorphous cobalt-based alloys / Yu. Nykyruy, S. Mudry, Yu. Kulyk, V. Prunitsa, A.K. Borysiuk // The International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials” (NANO-2021). 25 – 27 August 2021, Lviv, Ukraine.
99. Nykyruy Y.S. Nanocrystallization in amorphous metal alloys induced by Joule heating / Y.S. Nykyruy, S.I. Mudry, Y.O. Kulyk, V. Prunitsa // The 17th Conference on Functional and Nanostructured Materials – FNMA'21, 4–11 September, 2021, Paralia Katerinis, Greece.
100. Mudry S.I. Laser-induced self-organization in amorphous-nanocrystalline materials / S.I. Mudry, Yu.S. Nykyruy // 13th Workshop on Current Problems in Physics, 25-28 October 2021, Lviv, Ukraine
101. Plechystyy V. Evolution of the atomic composition and structure of the interfacial boundary in the aluminum-silicon system / V. Plechystyy, I. Shtablavyi, S. Winczewski, K. Rybacki, S. Mudry, J. Rybicki // Фізика і технологія тонких плівок та наносистем: матеріали XVIII Міжнар. конф., –Івано-Франківськ. –2021. – С.111.
102. Mudry S.I. Nanocrystallization of amorphous alloy Al₈₇Ni₈Dy₅ induced by heat treatment / S.I. Mudry, Yu.O. Kulyk, L.M. Voichyshyn // Фізика і технологія тонких плівок та наносистем: матеріали XVIII Міжнар. конф., –Івано-Франківськ, –2021. – С.116.
103. Мудрий С. Структурні зміни в аморфно-нанокристалічних сплавах Al-Si-Ni під час ізотермічних відпалів / С. Мудрий, І. Штаблавий, Ю. Кулик, Ю. Никируй, В. Пруніца //

- Міжнародна наукова конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “ЕВРИКА-2021” 18-20 травня 2021. Львів, Україна. – С. А12.
- 104.Мудрий С. Особливості політерм поверхневого натягу систем $\text{Sn}(1-x)\text{Bi}x$ та $\text{Pb}(1-x)\text{Bi}x$ з домішками Ga / Роман Овсяник, Роман Білик, Степан Мудрий// Міжнародна наукова конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики “ЕВРИКА-2021” 18-20 травня 2021. Львів, Україна. – С. А6.
- 105.Plevachuk Y. O. Thermophysical Properties of Liquid Ga–Sn–Zn Eutectic Alloy with Different Metal Admixtures / Y. O. Plevachuk, A. Dobosz, V. M. Sklyarchuk, B. I. Sokoliuk, O. R. Tkach, T. Gancarz // International conference EUROMAT 2021, Book of Abstracts, 13-17 September 2021, Graz, Austria. – 2021. – P. 1124.
106. Plevachuk Y. O. Nanocomposite SAC solders: the effect of nano-sized metal (Co, Ni) and bimetallic (Co-Pd, Ni-Sn) admixtures on structure-sensitive properties of the SAC/Cu solder joints (Keynote) / Y. O. Plevachuk, V. M. Sklyarchuk, A. S. Yakymovych, P. Svec // International conference EUROMAT 2021, Book of Abstracts, 13-17 September 2021, Graz, Austria.. – 2021. – P. 1105.
107. Plevachuk Y. O. Structure-sensitive properties of low-temperature high-entropy liquid alloys / Y. O. Plevachuk, M. V. Dufanets, V. M. Sklyarchuk, R. Novakovic // International conference EUROMAT 2021, Book of Abstracts, 13-17 September 2021, Graz, Austria. . – 2021. – P. 1405.
- 108.Shcherba I. X-ray properties spectroscopy and electron structure of $\text{Ca}_3\text{Ga}_2\text{Ge}_4\text{O}_{14}$ garnet with dopped Ce(Eu) / I. Shcherba, L. Kostyk, H. Noga, D. Uskokovic, L. Bekenov, V. Denys / 22nd Annual Conference on Material Science YUCOMAT 2021, Herceg Novi, Monte Negro, August 30-September 3, 2021. – P.101.

Тези доповідей на українських конференціях.

1. Мелех Б.Я. Кафедра астрофізики Львівського університету (1996-2021)/Мелех Б.Я. // Програма і тези доповідей наукової конференції “Астрономія у Львівському університеті”. 14-17 вересня, 2021 р. – Львів, Україна. – С.26-27.
2. Melekh B.Ya. Verification of the Diagnostic Methods to Determine the Oxygen Abundance in Nebular Environment of Star-forming Dwarf Galaxies / Melekh B.Ya., Buhajenko O.S., Koshmak I.O. and Shevchenko M. // Програма і тези доповідей наукової конференції “Астрономія у Львівському університеті”. 14-17 вересня,2021р. – Львів,Україна. – С.37-39.
3. Кошмак І.О. Фотоіонізаційне моделювання зон НІІ навколо областей зореутворення / Кошмак І.О., Мелех Б.Я. // Програма і тези доповідей наукової конференції “Астрономія у Львівському університеті”. 14-17 вересня,2021 р. – Львів,Україна. – С.103.
4. Kasheba M. The Chemical Abundance Gradients Determination in Milky Way Galaxy Using Planetary Nebulae / Kasheba M., Melekh B. // Програма і тези доповідей наукової конференції “Астрономія у Львівському університеті”. 14-17 вересня, 2021 р. – Львів,Україна. – С.104-105.
5. Ваврух М. Метод інтегральних рівнянь в теорії обертових вироджених карликів / Ваврух М., Смерчинський С., Дзіковський Д. // Програма і тези доповідей наукової конференції “Астрономія у Львівському університеті”. 14-17 вересня, 2021 р. – Львів, Україна. – С.50.
6. Ваврух М. Метод інтегральних рівнянь у політропній теорії зір з осьовим обертанням / Ваврух М., Дзіковський Д., Тишко Н. // Програма і тези доповідей наукової конференції “Астрономія у Львівському університеті”. 14-17 вересня, 2021 р. – Львів, Україна. – С.97.

7. Ваврух М. Ефект депресії у неперервному випромінюванні зір / Ваврух М., Стельмах О. // Програма і тези доповідей наукової конференції “Астрономія у Львівському університеті”. 14-17 вересня, 2021 р. – Львів, Україна. – С.99.
8. М. Патрій, О. Петрук. Доплерографія залишку наднової Тихо Браге // Програма і тези доповідей. Астрономія у Львівському університеті. 14-17 вер. 2021 р. Львів, Україна. – С. 112-113.
9. Gnatenko Kh. Detecting geometric measure of entanglement of graph states on quantum computer / Kh. Gnatenko, V. Tkachuk // XI Conference of Young Scientists "Problems of Theoretical Physics", Kiev, Ukraine, December 21–23, 2020 (Online meeting), <https://indico.bitp.kiev.ua/event/7/>.
10. Gnatenko Kh. P. Testing of the space quantization on the basis of the planetary motion / Kh. P. Gnatenko, V. M. Tkachuk // Програма і тези доповідей Наукової конференції "Астрономія у Львівському університеті" до 250-ліття Астрономічної обсерваторії та 25-ліття кафедри астрофізики, 14-17 вересня 2021 р. = Program and Abstracts of Scientific conference "Astronomy in Lviv University" to 250th anniversary of Astronomical Observatory and 25th anniversary of Astrophysics Department, 14-17th September 2021, Львів. – Р. 49.
11. Татарин М. Б. Термодинаміка чорної діри з полем Борна-Інфельда та магнітним зарядом / М. Б. Татарин, М. М. Стецко // Програма і тези доповідей Наукової конференції "Астрономія у Львівському університеті" до 250-ліття Астрономічної обсерваторії та 25-ліття кафедри астрофізики, 14-17 вересня 2021 р. = Program and Abstracts of Scientific conference "Astronomy in Lviv University" to 250th anniversary of Astronomical Observatory and 25th anniversary of Astrophysics Department, 14-17th September 2021, Львів. – С. 94.
12. Kuzmak A. R. Protocol for determining the distance between quantum states on a quantum computer / A. R. Kuzmak // Записки Української науково-дослідницької асоціації: тези доповідей Всеукраїнської конференції наукових дослідників (Львів, 19-25 вересня 2021 року). – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – Р. 141.
13. Gnatenko Kh. Quantifying entanglement of graph states of spin system with Ising interaction on a quantum computer / Kh. Gnatenko // Записки Української науково-дослідницької асоціації: тези доповідей Всеукраїнської конференції наукових дослідників (Львів, 19-25 вересня 2021 року). – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – Р. 144.
14. Samar M. Regularization of δ' potential in the general case of deformed space with minimal length / M. Samar, V. Tkachuk // Записки Української науково-дослідницької асоціації: тези доповідей Всеукраїнської конференції наукових дослідників (Львів, 19-25 вересня 2021 року). – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – Р. 146.
15. Susulovska N. Entanglement of multi-qubit graph states and its studies on a quantum computer / N. Susulovska // Записки Української науково-дослідницької асоціації: тези доповідей Всеукраїнської конференції наукових дослідників (Львів, 19-25 вересня 2021 року). – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – Р. 147.
16. Tkachuk V. Estimation of energy levels of spin systems on quantum computer by mean value evolution / V. Tkachuk, Kh. Gnatenko, H. Laba // Записки Української науково-дослідницької асоціації: тези доповідей Всеукраїнської конференції наукових дослідників (Львів, 19-25 вересня 2021 року). – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – Р. 148.
17. Тумук S. Determination of the geometric measure of entanglement of spin systems with Heisenberg interaction on an IBM's quantum computer / S. Тумук // Записки Української науково-дослідницької асоціації: тези доповідей Всеукраїнської конференції наукових дослідників (Львів, 19-25 вересня 2021 року). – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. – Р. 149.
18. Сусуловська Н. А. Дослідження багатокубітних графових станів на квантовому комп'ютері компанії IBM / Н. А. Сусуловська, Х. П. Гнатенко // 21-та Всеукраїнська школа-семинар та Конкурс молодих вчених зі статистичної фізики та теорії конденсованої

- речовини, Львів, 11-12 жовтня 2021. Інститут фізики конденсованих систем НАН України: Збірка тез. – С. 26.
19. Тимик С. Визначення геометричної міри заплутаності спінових систем з взаємодією Гайзенберга на квантовому комп'ютері компанії ІВМ / С. Тимик // 21-та Всеукраїнська школа-семінар та Конкурс молодих вчених зі статистичної фізики та теорії конденсованої речовини, Львів, 11-12 жовтня 2021. Інститут фізики конденсованих систем НАН України: Збірка тез. – С. 28.

10 Конференції

18-20 травня 2021 року Міжнародна конференція студентів і молодих науковців з теоретичної та експериментальної фізики «ЄВРИКА-2021», Львів.

Близько 90 студентів та аспірантів представили свої дослідження і долучилися до обговорення сучасних проблем теоретичної та експериментальної фізики. Окрім молодих науковців з ЛНУ ім. Івана Франка, участь у конференції взяли студенти та аспіранти з Києва, Львова, Запоріжжя, Харкова, Дніпра, Івано-Франківська, Одеси, Сум, Ужгорода, Черкас, а також представники з Університету ім. Я.Длугоша (Польща), Університету м. Тарту (Естонія), Університету провінції Альберта (Канада), Алгарвського університету (Португалія), Національного політехнічного університету Вірменії (Вірменія), Технічного університету Берліна (Німеччина). Науковці представили свої усні доповіді на 3 секціях: Теоретична фізика (квантова теорія, квантова інформатика; фізика конденсованих систем; астрофізика та астрономія), Прикладна та експериментальна фізика (матеріалознавство; оптика і спектроскопія; наноматеріали та нанотехнології), Електроніка та інформаційні технології (комп'ютерна електроніка та вбудовані системи; моделювання явищ та процесів; системи штучного інтелекту).

З 14 до 17 вересня 2021р. відбулась наукова конференція «Астрономія у Львівському університеті», приурочена 250-літтю Астрономічної обсерваторії, 25-літтю кафедри астрофізики Університету, а також 360-літтю Університету. У роботі конференції взяло участь 59 науковців з України та сусідніх країн: Словаччини, Польщі та Литви. З українських вишів на конференції доповідали науковці Київського національного університету (Астрономічна обсерваторія та кафедра фізики космосу та астрономії), Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна (кафедра теоретичної фізики, Інститут астрономії), Харківського національного університету радіоелектроніки (кафедра електронних обчислювальних машин), Одеського національного університету імені І.І. Мечникова (НДІ «Астрономічна обсерваторія», кафедра теоретичної фізики та астрономії), Ужгородського національного університету (Лабораторія космічних досліджень), Тернопільського національного університету імені І. Пулюя, Миколаївського (фізико-математичний факультет), національного університету «Львівська Політехніка», Львівського національного університету імені Івана Франка (Астрономічна обсерваторія, кафедра астрофізики, кафедра теоретичної фізики). Також на конференції зробили доповіді науковці з таких українських астрономічних установ, як Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Харківський інститут радіоастрономії НАН України, Інститут Прикладних проблем математики та механіки НАНУ, Інститут конденсованих систем НАН України, Інститут геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, Міжнародний центр астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України, Магнітної обсерваторії «Львів» (Івано-Франкове), Західного центру радіотехнічних спостережень (Мукачєво), Національного центру контролю та випробувань космічних засобів (Київ), Одеського національного морського університету (Одеса), Приватної обсерваторії «Осокорки» (Київ). З зарубіжжя на коференції доповідали астрономи та астрофізики з Астрономічної обсерваторії Ягеллонського університету (Краків, Польща), Інституту теоретичної фізики та астрономії Вільнюського університету (Литва), Вігорлатської астрономічної обсерваторії Астрономічного інституту Словацької АН (Словаччина). Під час роботи конференції відбулось п'ять пленарних засідань, на яких проголошено 22 доповіді, на секційних засіданнях «Сонце і Сонячна система», «Ближній космос та штучні супутники Землі», «Фізика зір, міжзоряного середовища та галактик», «Позагалактична астрономія, космологія, гравітації», «Астрофізика високих енергій» – разом 49 доповідей. Слід відзначити, що конференція відбувалася у змішаному (наживо та онлайн) форматі. Завдяки цьому тільки одна із 71 заявлених під час реєстрації доповідей не була заслухана на конференції.

21 вересня 2021 року на фізичному факультеті було проведено секційне засідання “Фундаментальні проблеми квантової механіки, квантова інформації та квантові обчислення” (організатори проф. Ткачук В. М., доц. Гнатенко Х. П.) в рамках Всеукраїнської конференції наукових дослідників (Львів, 19-25 вересня 2021 року). Конференція відбулася в змішаному форматі. Обговорювалися проблеми квантової інформації, обчислень на квантових комп’ютерах, результати досліджень властивостей спінових систем, прикладне використання квантових обчислень.

25–27 жовтня 2021 року на кафедрі теоретичної фізики Львівського національного університету імені Івана Франка відбувалася 13-та міжнародна конференція “Workshop on current problems in physics”. Предметом обговорення були проблеми квантової інформації, результати квантових обчислень, проблеми квантової механіки, фазових переходів, статистичної фізики, астрофізики, космології, теорії складних систем, фізики твердого тіла. Усі доповіді викликали зацікавлення аудиторії і спричинили активні дискусії.

11 Патентно-ліцензійна діяльність:

11.1 Заявки на винахід (корисну модель) (на видачу патенту на винахід (корисну модель)) – автори, назва, № заявки, дата подачі, заявник(и);

1. Плевачук Ю.О., Склярчук В.М., Никируй Ю.С., Якимович А.С. Безсвинцевий припій на основі олова. Заявка на винахід № а202102223 від 25.08.2021. Заявник і власник – Львівський національний університет імені Івана Франка.
2. Скальський В. Р., Семак П. М., Капустяник В. Б., Семак С. І., Чорній Ю. В. Спосіб отримання композитного матеріалу з покращеними термохромними властивостями. Заявка на корисну модель №u202103441 від 26.07.2021. Заявники і власники – ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України, Львівський національний університет імені Івана Франка.
3. Турко Б. І., Карбовник І. Д., Серкіз Р. Я., Васільєв В. С. Спосіб одержання нанокompозитного матеріалу на основі ZnO та Alq₃. Заявка на корисну модель №u202100757 від 19.02.2021. Заявник і власник – Львівський національний університет імені Івана Франка.
4. Турко Б. І., Карбовник І. Д., Серкіз Р. Я., Васільєв В. С. Нанокompозитний люмінофор на основі ZnO та Alq₃. Заявка на корисну модель №u202101162 від 09.03.2021. Заявник і власник – Львівський національний університет імені Івана Франка.

11.2 Патенти на винахід (корисну модель) – автори, назва, № патенту, дата видачі, заявник(и).

1. Пат. 122551 Україна, МПК C08G73/00, H01B1/12. Спосіб отримання електропровідних композитів полістирен-поліаміноарен / Аксіментьєва О.І., Горбенко Ю.Ю., Конопельник О.І., Мартинюк Г.В. Заявник і власник – Львівський національний університет імені Івана Франка. Заявка – № а201910361 від 15.10.2019. Опубл. 25.11.2020. Бюл. № 22.
2. Пат. 148171 Україна, МПК C09K 11/06, H01L 51/52. Спосіб одержання нанокompозитного матеріалу на основі ZnO та Alq₃ / Турко Б. І., Карбовник І. Д., Серкіз Р. Я., Васільєв В. С. Заявник і власник – Львівський національний університет імені Івана Франка. Заявка №u202100757 від 19.02.2021. Опубл. 14.07.2021, Бюл. №28.
3. Пат. 148180 Україна, МПК C09K 11/06, H01L 51/52. Нанокompозитний люмінофор на основі ZnO та Alq₃ / Турко Б. І., Карбовник І. Д., Серкіз Р. Я., Васільєв В. С. Заявник і власник – Львівський національний університет імені Івана Франка. Заявка №u202101162 від 09.03.2021. Опубл. 14.07.2021, Бюл. №28.

12 Матеріальна база підрозділу (обладнання, придбане за звітний період чи введене в дію на кінець звітного року).

За звітний період за рахунок коштів проекту Національного фонду досліджень України 2020.02/0130 було придбано наступне обладнання:

- калібрувальні фотодетектори (Модуль ФЕП Н9305-13 і Фотодіод ІЧ Thorlabs S122С);
- світловипромінювальний діод М285F4 – 285 нм з оптично-волоконним виходом і світловодами до нього;
- Аналізатор LCR METER HIОKI IM3536

За рахунок коштів проекту Національного фонду досліджень України 2020.02/0217:

- Набір обладнання і пристосувань до портативного оптоволоконного спектрофотометричного комплексу на базі AvaSpec-ULS2048-UA-50.

Загальна вартість придбаного обладнання ~ 900 тис. грн.

13 Пропозиції щодо нових форм організації наукової роботи в ринкових умовах.

Кооперація в межах факультету та університету, використання нової та сучасної апаратури для проведення експериментальних досліджень.

Активніша діяльність в електронних засобах наукової інформації.

Реклама об'єктів інтелектуальної власності; підготовка та подача нових запитів на гранти; пошук замовників на виконання госпдоговірних робіт.

Публікації наукових результатів у рейтингових вітчизняних та закордонних журналах.

Участь у конкурсах на отримання вітчизняних грантів для проведення наукових досліджень.

Співпраця з інститутами НАН України, використання практики створення тимчасових творчих колективів.

Передбачати кошти для прийому іноземних науковців, які відвідують фізичний факультет в рамках угод між університетами.

Забезпечення навчальними установками для проведення лабораторних занять з відповідних спецкурсів.

Враховувати пропозиції кафедр при плануванні закупівель наукового обладнання.

Звіт заслухано і затверджено на Вченій раді фізичного факультету від 17 листопада 2021 р. протокол № 12

В.о. декана фізичного факультету
доцент

Ярослав Чернодольський