

**Національна академія наук України
Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова**

**НАЙВАЖЛИВІШІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ
ІНСТИТУТУ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ
ІМ. М.М. БОГОЛЮБОВА НАН УКРАЇНИ
У 2019 РОЦІ**

**BRIEF REVIEW
OF TOPMOST SCIENTIFIC RESULTS
OBTAINED IN 2019 AT THE
BOGOLYUBOV INSTITUTE
FOR THEORETICAL PHYSICS**

Київ 2020

ЗМІСТ

Фізика високих енергій.....	3
Теорія ядра та ядерних реакцій	4
Математичні методи в теоретичній фізиці.....	5
Нанофізика, фізика низьковимірних систем.....	6
Фізика м'якої речовини.....	11
Астрофізика та космологія.....	14
Фізика плазмових процесів.....	15
Математичне моделювання	16
Комп'ютерне забезпечення наукових досліджень.....	17
Кафедра теоретичної і математичної фізики.....	17
Наукові публікації.....	19
Конференції та семінари.....	19
Відзнаки та нагороди.....	20

CONTENTS

High energy physics	21
Theory of nuclei and nuclear reactions	22
Mathematical methods in theoretical physics	23
Nanophysics, physics of low-dimensional systems	24
Soft matter physics	28
Astrophysics and cosmology	31
Physics of Plasma Processes	32
Mathematical modeling	33
Computer supply of scientific researches	34
Department of Theoretical and Mathematical Physics	34
Scientific publications	36
Conferences & Seminars	36
Prizes and awards	37

ФІЗИКА ВИСОКИХ ЕНЕРГІЙ

Знайдено модифікацію колінеарних еволюційних рівнянь, що дає змогу покращити описання партонних функцій розподілу в області малих частин поздовжнього імпульсу та додати вагоміші теоретичні аргументи щодо пояснення ймовірної появи режиму насичення. (чл.-кор. НАН України Г.М. Зінов'єв)

- Snigirev, A. M. & Zinovjev, G. M. Exploring the origin of small – x saturation in the collinear approach. *Physical Review D* **100**, 094008 (2019).

На базі теорем теорії аналітичної S-матриці та дисперсійних співвідношень для амплітуд пружного розсіяння показано, що при високих енергіях у відношенні реальної частини амплітуди до її уявної частини домінує внесок кросинг-непарної компоненти амплітуди одерона. Асимптотично ці відношення мають протилежні знаки для протон-протонного та протон-антипротонного розсіянь. (Є.С. Мартинов, Г.С. Терсімонов)

- Martynov, E. & Tersimonov, G. Ratio $\rho_{pp}^{pp}(s)$ in Froissaron and maximal odderon approach. *Physical Review D* **100**, 114039 (2019).

Вперше отримано однокомпонентне квантове рівняння стану Ван дер Ваальса для твердих сфер з квантової статистичної суми. Запропонований аналітичний метод самоузгодженого обчислення виключеного об'єму частинок у щільному середовищі узагальнено на суміш твердих сфер довільного числа різних радіусів твердого кору. Знайдене квантове рівняння стану екстрапольовано для умов великих густин та узагальнено для сумішей випуклих твердих частинок довільної форми для розмірностей простору, більших ніж 2. (К.О. Бугаєв)

- Bugaev, K. A. Self-consistent analysis of quantum gases of hard spheres beyond the Van der Waals approximation. *The European Physical Journal A* **55**, 215 (2019).

Сформульовано модель утворення зворотних нуклонів важкими баріонними резонансами у протон-ядерних зіткненнях. (М.І. Горенштейн)

- Panova, O., Motornenko, A., Gorenstein, M. I., Steinheimer, J. & Stoecker, H. Backward nucleon production by heavy baryonic resonances in proton-nucleus collisions. *Physical Review C* **100**, 054617 (2019).

В рамках розвинутої інтегровної гідрокінетичної моделі виявлено схожість процесів «м'якої фізики» в зіткненнях ядер золота при

енергіях на нуклонну пару 200 GeV на RHIC, свинцю при енергіях LHC 2.76 і 5.02 TeV та ксенону при 5.44 TeV. (Ю.М. Синюков, В.М. Шаповал, М.Д. Аджимамбетов)

- Adzhymambetov, M. D., Shapoval, V. M. & Sinyukov, Yu. M. Description of bulk observables in Au+Au collisions at top RHIC energy in the integrated hydrokinetic model. *Nuclear Physics A* **987**, 321 (2019).

Термодинамічно узгоджену модель середнього поля застосовано для опису щільних бозонних систем при високій температурі і нульовому хімічному потенціалі. Показано, якщо притягувальна компонента середнього поля є настільки сильною, що порушується умова стійкості системи (ефективна маса частинок більше або дорівнює нулю), то у мультибозонній системі виникає фазовий перехід 1-го роду і утворюється скалярний польовий конденсат. З'ясовано, що в присутності конденсату дозволені стани системи існують за умови нульової ефективної маси частинок, тобто бозонні квазічастинки стають безмасовими. (Д.В. Анчишкін)

- Mishustin, I. N., Anchishkin, D. V., Satarov, L. M., Stashko, O. S. & Stoecker, H. Condensation of interacting scalar bosons at finite temperatures. *Physical Review C* **100**, 022201(R) (2019).

ТЕОРІЯ ЯДРА ТА ЯДЕРНИХ РЕАКЦІЙ

З використанням методу стереографічної проекції тривимірного імпульсного простору на чотирирівимірну сферу одиничного радіуса отримано розв'язок двочастинкового інтегрального рівняння Ліпмана-Швінгера з кулонівською взаємодією при від'ємній енергії. Вперше одержано аналітичні вирази для тривимірної кулонівської матриці переходу у випадку дробових значень параметра взаємодії. (В.Ф. Харченко)

- Kharchenko, V. F. Analytical solutions for three-dimensional Coulomb transition matrix at negative energy and integer values of interaction parameter. *Canadian Journal of Physics* (2019) doi:[10.1139/cjp-2019-0338](https://doi.org/10.1139/cjp-2019-0338).

Запропоновано напівфеноменологічну фізично обґрунтовану модель порушення зарядової незалежності та зарядової симетрії константи піон-нуклонного зв'язку, яка припускає прямо пропорційну залежність піон-нуклонних констант від мас нуклонів і пі-мезонів, що беруть участь у взаємодії. На основі запропонованої моделі встановлено, що зарядова піон-нуклонна константа зв'язку на

величину $\sim 7\%$ перевищує нейтральну піон-нуклонну константу зв'язку, що свідчить про суттєве порушення зарядової незалежності ядерних сил по відношенню до піон-нуклонної константи. (В.А. Бабенко, М.М. Петров)

- Бабенко, В. А. & Петров, Н. М. О нарушении зарядовой независимости и зарядовой симметрии константы пион-нуклонной связи. *Ядерная физика* **82**, 541–552 (2019).

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В ТЕОРЕТИЧНІЙ ФІЗИЦІ

Модель темної матерії, побудовану на основі μ -деформованої термодинаміки, розвинуто для описування профілів густини гало з темної матерії навколо карликових галактик. Для цього введено μ -аналоги рівняння Лейна–Емдена і знайдено їхні розв'язки. Результати показують, що μ -деформація забезпечує покращене узгодження із спостережуваними даними, ніж існуючі моделі (модель Т. Харко та модель Наварро–Френка–Вайта). Розглянуто можливий фізичний сенс параметра μ . (О.М. Гаврилик, І.І. Качурик, М.В. Хелашвілі)

- Gavrilik, A. M., Kachurik, I. I. & Khelashvili, M. V. Galaxy rotation curves in the μ -deformation based approach to dark matter. *Ukrainian Journal of Physics* **64**, 1042 (2019).

Для моделі Бозе-Айнштайн-конденсатної темної матерії з повільним обертанням за умов рівноваги обчислено статистичну суму та макроскопічні величини, які порівняно з результатами, що впливають із розв'язку рівняння Гросса-Пітаєвського. На основі знайдених функцій Гріна операторів просторової еволюції в уніфікований спосіб сформульовано граничні умови задачі та умови застосовності наближення Томаса-Фермі. За допомогою деформування комутаційних співвідношень для макроскопічної хвильової функції та відповідної модифікації рівняння Гросса-Пітаєвського одержано просторовий розподіл темної матерії, подібний до моделі з обертанням, що добре описує спостережувані дані. Такий підхід до властивостей темної матерії приводить до просторової неоднорідності ентропії та залежності розподілу від температури (нижчої за температуру бозе-конденсації). (А.В. Назаренко)

- Nazarenko, A. V. Partition function of the Bose-Einstein condensate dark matter and the modified Gross-Pitaevskii equation. *International Journal of Modern Physics D* (2020) doi:[10.1142/S0218271820500182](https://doi.org/10.1142/S0218271820500182).

Розглянуто у великому канонічному ансамблі статичні екстремальні чорні діри, для кожної з яких, за визначенням, виконується еквівалентність електричного заряду і маси. За умови, що такі чорні діри у просторі розподілені рівномірно, знайдено ефективну масу пробної частинки і середню затримку часу у допустимих точках простору з урахуванням дії гравітації навколишніх чорних дір. Для фіксованого типу статистики, якій підлягають екстремальні чорні діри, вивчено її вплив на ці величини. При цьому статистика враховується через статистичну вагу, яка приписується конфігурації із певного фіксованого числа чорних дір. Такі ваги взято із статистики Бозе-Айнштейна, Фермі-Дірака, класичної та інфінітної статистики. Згадані характеристики обчислено (методом середнього поля), унаочнено та зроблено висновки про видимі ефекти кожної із статистик. (О.М. Гаврилик, А.В. Назаренко)

- Gavrilik, A. M. & Nazarenko, A. V. Statistics effects in extremal black holes ensemble. *International Journal of Modern Physics A* **34**, 1950215 (2019).

В рамках загальної проблеми розділення змінних для інтегровних гамільтонових систем із $gl(n)$ -значними матрицями Лакса, що задовольняють квадратичні дужки Пуасона із загальними кососиметричними r -матрицями, знайдено (в термінах компонент відповідних r -матриць) достатні умови, які гарантують, що “магічний рецепт Скляніна” продукує канонічні координати. Розглянуто приклад $gl(n) \otimes gl(n)$ – значної кососиметричної r -матриці, що задовольняє отримані умови, і знайдено клас операторів Лакса, для яких отриманий набір канонічних координат є повним. (Т.В. Скрипник)

- Dubrovin, B. & Skrypnyk, T. Separation of variables for quadratic algebras and skew-symmetric classical r -matrices. *Journal of Mathematical Physics* **60**, 093506 (2019).

НАНОФІЗИКА, ФІЗИКА НИЗЬКОВИМІРНИХ СИСТЕМ

Вивчено електронні стани масивних ферміонів із псевдоспіном одиниця на гексогональній ґратці з додатковим атомом в центрі шестикутника (дайсґратка) в присутності зарядженої домішки. Знайдено зв’язані електронні стани у випадках радіально симетричної потенціальної ями та регуляризованого кулонівського потенціалу. Показано, що при більшанні заряду домішки енергетичні рівні

зв'язаних станів виходять з верхнього і центрального континуумів і занурюються за деяких критичних значень заряду в центральний і нижній континууми, відповідно, реалізуючи так зване явище атомного колапсу для ферміонів із псевдоспіном одиниця. В дійсній моделі знайдено, що існує бездисперсна зона у випадку потенціальної ями, однак вона відсутня для кулонівського потенціалу. Аналітичні результати отримано для енергетичних рівнів ферміонів у потенціальної ямі поблизу границь континуумів. У випадку кулонівського потенціалу показано, що аналітичні розв'язки існують для зліченно нескінченної множини значень заряду домішки при фіксованих значеннях зв'язків атомів. (чл.-кор. НАН України В.П. Гусинін, Е.В. Горбар)

- Gorbar, E. V., Gusynin, V. P. & Oriekhov, D. O. Electron states for gapped pseudospin-1 fermions in the field of a charged impurity. *Physical Review B* **99**, 155124 (2019).

Побудовано теорію поляризації вакууму квантованого спірного поля за наявності топологічного дефекту у двовимірному просторі. (чл.-кор. НАН України Ю.О. Ситенко)

- Sitenko, Y. A. & Gorkavenko, V. M. Induced vacuum magnetic flux in quantum spinor matter in the background of a topological defect in two-dimensional space. *Physical Review D* **100**, (2019).

Спираючись на квантову теорію спірного поля Дірака, знайдено узагальнений оператор спін-орбітальної взаємодії, який шляхом його використання у нерелятивістському рівнянні Шредінгера забезпечує послідовний опис впливу спін-орбітальної взаємодії на електрони, що рухаються у зовнішньому потенціалі. Показано, що цей оператор крім загально відомої поправки Томаса-Френкеля містить ще й додатковий внесок, невідомий раніше. (акад. НАН України В.М. Локтев, Л.С. Брижик, О.О. Єремко)

- Eremko, A. A., Brizhik, L. & Loktev, V. M. Generalized spin-orbit interaction and its manifestation in two-dimensional electron systems. *Ukrainian Journal of Physics* **64**, 464 (2019).

Теоретично досліджено вплив деформації на розсіяння носіїв струму резонансними станами, що утворюються в електронному спектрі графену за наявності точкових домішок. Запропоновано механізм збільшення оберненого часу розсіяння носіїв струму за рахунок зсуву енергії резонансу, який, у свою чергу, реалізується внаслідок зменшення за одноосьової деформації величин інтегралів перескоку між найближчими сусідами у кристалі-матриці. На

прикладі моделі Ліфшиця для домішок заміщення та моделі Андерсона-Фано для адатомів. Отримано залежності деформаційної варіативності ширини піку Друде як функції енергії Фермі, концентрації домішок та домішкового потенціалу. Детально розглянуто вплив деформаційного потенціалу. (акад. НАН України В.М. Локтев, Ю.В. Скрипник, С.Г. Шарапов, В.О. Шубний)

- Shubnyi, V. O., Skrypnyk, Y. V., Sharapov, S. G. & Loktev, V. M. Effect of resonant impurity scattering of carriers on the Drude-peak broadening in uniaxially strained graphene. *Physical Review B* **99**, 235421 (2019).

Запропоновано два типи загальних інтегровних нелінійних систем на безмежних квазіодновимірних регулярних ґратках. Запропоновано спосіб об'єднання коливної підсистеми Тодового типу з підсистемою самозахопних екситонів в єдину інтегровну систему, тим самим значно розширивши коло реалістичних фізичних задач, що допускають строге моделювання. Знайдено декілька найважливіших густин, стосовних до нескінченних ієрархій локальних законів збереження. (О.О. Вахненко)

- Vakhnenko, O. O. Four-component integrable systems inspired by the Toda and the Davydov–Kryukov models. *Wave Motion* **88**, 1–12 (2019).

Досліджено властивості вкладених солітонів (тобто солітонів, що існують незважаючи на наявні резонанси з лінійним спектром і мають лише ізольовані значення швидкості) в дискретному подвійному рівнянні синус-Гордон із взаємодією найближчих та наступних сусідів. Така модель описує масив контактів типу надпровідник/ферромагнетик/надпровідник в присутності зовнішнього постійного струму. В залежності від знаку взаємодії вона може грати як деструктивну, так і сприятливу роль в утворенні вкладених солітонів. Область існування вкладених солітонів залежить від ширини лінійного спектру: його звуження розширює область існування вкладених солітонів і навпаки. (Я.О. Золотарюк, І.О. Стародуб)

- Starodub, I. O. & Zolotaryuk, Y. Fluxon interaction with the finite-size dipole impurity. *Physics Letters A* **383**, 1419–1426 (2019).

Розвинуто підхід для визначення одноточкових взаємодій за наявності зовнішніх полів в напівпровідникових гетероструктурах. Характерною особливістю цього підходу є асимптотичний метод, який оснований на одноточковій апроксимації багаточарових гетероструктур, що перебувають під впливом потенціалу зміщення. У границі нульової товщини отримано матрицю зв'язку для

двосторонніх граничних умов на хвильову функцію в точці сингулярності. Вивчено залежність коефіцієнтів відбиття та проходження від потенціалу зміщення. Розроблено кілька одноточкових моделей для дво- та триполюсних напівпровідникових приладів. Введено поняття точкового транзистора, де встановлено існування надзвичайно гострих піків, що виникають при зміні прикладеної напруги і утворюють резонансну множину для даної одноточкової взаємодії. (О.В. Золотарюк, Я.О. Золотарюк)

- Zolotaryuk, A. V., Tsironis, G. P. & Zolotaryuk, Y. Point interactions with bias potentials. *Frontiers in Physics* 7, 87 (2019).

Побудовано метод описання електричного поля в спонтанно поляризованому ізотропному неполярному діелектрику. Узагальнено формулу Гельмгольца для електричної сили, яка діє на елемент об'єму діелектрика, з урахуванням внеску спонтанної поляризації. (М.Д. Томченко)

- Tomchenko, M. D. Electric field and electric forces in a spontaneously polarized nonpolar isotropic dielectric. *Ukrainian Journal of Physics* 64, 509 (2019).

Запропоновано стратегії, що дають змогу оптимізувати телепортацію стану моди квантового світла крізь турбулентну атмосферу. (А.О. Семенов)

- Hofmann, K., Semenov, A. A., Vogel, W. & Bohmann, M. Quantum teleportation through atmospheric channels. *Physica Scripta* 94, 125104 (2019).

Досліджено фізику переносу електронів на великі відстані в нанорозмірних молекулярних структурах, що являють собою молекулярні провідники зі структурними повторюваними одиницями. Отримано аналітичні вирази для тунельного струму та пояснено залежність вольт-амперних характеристик молекулярного провідника від довжини його внутрішньої частини, а також визначено параметри суперобмінної моделі, використаної для отримання аналітичних формул. (чл.-кор. НАН України Е.Г. Петров)

- Petrov, E. G. Modified superexchange model for electron tunneling across the terminated molecular wire. *Physica Status Solidi B* 256, 1900092 (2019).

Отримано аналітичні формули, які є зручними для описування експериментальних результатів стосовно тунельної провідності молекулярних ланцюжків. Продемонстровано широкі можливості модифікованої суперобмінної моделі для розуміння механізмів формування провідності, що проявилось при аналізуванні

когерентного тунелювання електронів крізь алканові ланцюжки, прикріплені до електродів різноманітними якірними групами. (чл.-кор. НАН України Е.Г. Петров, Є.В. Шевченко)

- Petrov, E. G., Shevchenko, Ye. V., Snitsarev, V., Gorbach, V. V., Ragulya, A. V., Lyubchik, S. B. Features of superexchange nonresonant tunneling conductance in anchored molecular wires. *AIP Advances* **9**, 115120 (2019).

Розвинуто теорію поглинання енергії магнетної компоненти ультракороткого лазерного імпульсу металевими наночастинками. Для наночастинок, що мають форму сплющеного чи витягнутого сфероїда ретельно вивчено залежність цієї енергії від орієнтації магнетного поля відносно осі обертання сфероїда, ступеню його відхилення від сферичної форми та тривалості лазерного імпульсу. (М.І. Григорчук)

- Grigorchuk, N. I. Influence of nanoparticle surface and shape on the dipole magnetic absorption of ultrashort laser pulses. *Condensed Matter Phys.* **22**, 33701 (2019).

Тунелювання електрона через бар'єр у бінарних InAs/GaAs квантових структурах, в яких є квантовий дріт та квантова точка, описано в термінах локалізованих і делокалізованих станів та їхніх спектральних розподілів. Показано добре узгодження теоретичних розрахунків з оптичними експериментами для цих наноструктур. (С.П. Кручинін)

- Filikhin, I., Peterson, Th., Vlahovic, B., Kruchinin, S. P., Kuzmichev, Yu. B., Mitic, V. Electron transfer from the barrier in InAs/GaAs quantum dot-well structure. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures* **114**, 113629 (2019).

Знайдено точний розв'язок задачі замкненого описування неавтономних динамік абсорбувального двостадійного ланцюжка Маркова за присутності стохастичного дихотомічного процесу у прямій чи зворотній ймовірностях переходу між початковим і проміжним станами. Показано, що ці динаміки описуються диференціальними рівняннями четвертого порядку, що свідчить про внутрішню неавтономність двостадійного абсорбувального ланцюжка Маркова із стохастичною прямою швидкістю. (В.І. Тесленко, О.Л. Капітанчук.)

- Teslenko, V. I. & Kapitanchuk, O. L. A closed description of the non-autonomous dynamics for an absorbing Markov chain with three states and random transition probabilities. *Journal of Physical Studies* **23**, 3002 (2019).

ФІЗИКА М'ЯКОЇ РЕЧОВИНИ

Запропоновано ідею описання взаємодії колоїдних частинок, виходячи з припущення, що колоїдні частинки є джерелами деформацій основного стану рідинного кристалу. Основний стан розподілу пружного поля суттєво відбирає можливі деформації і цим визначає особливості характеру взаємодії в рідинних кристалах. У рамках такого підходу передбачено кулонівський характер взаємодії для великих частинок з дипольним розподілом директора в холестеричному рідинному кристалі, а також суттєву зміну характеру взаємодії малих частинок з квадрупольним розподілом директора в смектичному рідинному кристалі. (чл.-кор. НАН України Б.І.Лев)

- Lev, B. I. & Kim, J.-H. Ground state and peculiarity of particle interactions in liquid crystal colloids. *The European Physical Journal E* **43**, 1 (2020).

В класичній космологічній моделі з експоненційною залежністю потенціалу від фундаментального скалярного поля отримано рівняння, яке описує динаміку масштабного фактора для будь-якого типу Всесвіту. За умови неоднорідної зміни скалярного поля отримано новий розв'язок, який описує еволюцію Всесвіту. (чл.-кор. НАН України Б.І. Лев, А.П. Ребеш)

- Rebesh, A. P. & Lev, B. I. Analytical solutions of the classical and quantum cosmological models with an exponential potential. *Physical Review D* **100**, 123533 (2019).

Запропоновано просту модель пояснення експериментальних результатів з обертання продовгуватих частинок в зовнішньому електричному полі. Ця модель ґрунтується на колективній поведінці системи частинок з індукованим дипольним моментом. (чл.-кор. НАН України Б.І. Лев)

- Lee, J.-Y., Lev, B. & Kim, J.-H. Analogue orientation control of a carbon fibre in a nematic liquid crystal. *Scientific Reports* **9**, 20223 (2019).

Запропоновано теорію колективних дифузійних процесів у системі колоїдних частинок в рідинному кристалі. Описано особливості дифузії, що їх можна спостерігати експериментально. Знайдено залежність коефіцієнта дифузії від температури та густини частинок. Показано, що колективна дифузія в системі колоїдних частинок в рідинному кристалі пов'язана з пружними деформаціями директора, які зумовлюють далекоюсяжну взаємодію частинок. (акад. НАН України А.Г. Загородній, чл.-кор. НАН України Б.І. Лев)

- Lev, B. I. & Zagorodny, A. G. Collective diffusion of colloidal particles in a liquid crystal. *Ukrainian Journal of Physics* **64**, 48 (2019).

На основі формалізму нерівноважного статистичного оператора запропоновано новий підхід для описання поведінки самогравітаційних систем, який враховує можливий просторово-неоднорідний розподіл частинок, хімічного потенціалу і температури. Теоретично передбачено особливості стохастичної динаміки та поведінки самогравітаційних систем за різних умов. (чл.-кор. НАН України Б.І. Лев)

- Lev, B. I. Statistical induced dynamic of self-gravitating system. *Journal of Mathematical Physics* **10**, 687 (2019).

Знайдено стаціонарний розподіл ймовірностей напруженості магнетного поля, що генерується рухом заряджених частинок у плазмі, а також розподіл ймовірностей для сили, що діє на заряджену частинку в такому середовищі з урахуванням її взаємодії з електричним та магнетним полями у плазмі. (акад. НАН України А.Г. Загородній, чл.-кор. НАН України Б.І. Лев, В.Б. Тимчишин)

- Tymchyshyn, V. B., Lev, B. I. & Zagorodny, A. G. Internal magnetic field distribution in plasmas. *Physics of Plasmas* **26**, 042120 (2019).

Проаналізовано взаємодію молекул пероксиду водню та води з ділянками специфічного та неспецифічного розпізнавання молекули ДНК білками, що важливо для пояснення ефектів променевої терапії ракових захворювань. На основі теорії функціоналу густини розраховано енергії взаємодії молекул води та пероксиду водню з нуклеїновими основами ДНК та отримано оптимальні геометрії стабільних комплексів. Знайдено позиції, що в них зв'язок пероксиду водню більший, ніж у молекули води. (С.Н. Волков, О.О. Здоревський, Д.В. П'ятницький)

- Zdorevskiy, O. O., Piatnytskyi, D. V. & Volkov, S. N. On a possibility of the blocking of DNA specific recognition sites by hydrogen peroxide molecules during ion beam therapy. *Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine* **6**, 82–89 (2019).

Методом молекулярної динаміки досліджено взаємодію молекул поліамінів з макромолекулою ДНК. Виявлено, що поліаміни розташовуються переважно в мінорному жолобі подвійної спіралі в області зі специфічною нуклеотидною послідовністю типу А-тракта. Результати дослідження узгоджуються з наявними експериментальними даними і пояснюють фізичний механізм переважної локалізації

молекул поліамінів на ділянках ДНК з характерною нуклеотидною послідовністю. (С.М. Перепелиця)

- Perepelytsya, S., Uličný, J., Laaksonen, A. & Mocci, F. Pattern preferences of DNA nucleotide motifs by polyamines putrescine²⁺, spermidine³⁺ and spermine⁴⁺. *Nucleic Acids Research* **47**, 6084–6097 (2019).

Запропоновано новий механізм покращення селективності вторинних нейронів системи нюху, який працює при низькій концентрації запаху, коли відомі раніше механізми не ефективні. (О.К. Відибіда)

- Vidybida, A. K. Possible stochastic mechanism for improving the selectivity of olfactory projection neurons. *Neurophysiology* **51**, 152–159 (2019).

Для класу нейронних моделей описано статистику активності гальмівного нейрона із затриманим зворотнім зв'язком при його стимуляції стохастичним процесом відновлення. Знайдено явні формули без застосування дифузійного наближення. (О.В. Щур, О.К. Відибіда)

- Shchur, O. & Vidybida, A. First passage time distribution for spiking neuron with delayed excitatory feedback. *Fluctuation and Noise Letters* 2050005 (2019) doi: [10.1142/S0219477520500054](https://doi.org/10.1142/S0219477520500054).

Побудовано математичну модель локалізованого метаболічного процесу аеробної бактерії, як відкритої дисипативної системи, та складено загальну карту її метаболічних шляхів. Розроблено синергетичний метод дослідження самоорганізації і динамічного хаосу в метаболічних процесах клітин і організму в цілому (В.Й. Грицай)

- Grytsay, V. I., Medentsev, A. G., Arinbasarova, A. Yu. Autooscillatory dynamics a mathematical model of the metabolic process in aerobic Bacteria. Influence of the Krebs cycle on the self-organization of a biosystem. *Ukrainian Journal of Physics* **65**, 1-8 (2020).

Побудовано модель біохімічного процесу гідролізу целюлози з ростом клітин і біосинтезом ферментів. Запропонована модель описує активне середовище за допомогою динамічної системи 6-ти нелінійних диференціальних рівнянь, яка є відкритою системою із введенням і дисипацією речовини та енергії. Отримані результати дають внесок в загальну теорію нерівноважних систем, уточнюють універсальність законів самоорганізації в природі. (А.С. Жохін)

- Жохін, А. С. Динамічна система активного середовища гідролізу целюлози в автоколивальних режимах. *Ukrainian Journal of Physics* **65** (2020).

АСТРОФІЗИКА ТА КОСМОЛОГІЯ

За допомогою космічного телескопа Хабла проведено спостереження восьми компактних галактик із зіркоутворенням, спрямовані на вивчення властивостей Лайман-альфа емісії за таких умов. Досліджено взаємозв'язок між внесками емісії Лайман-альфа та Лайманового континууму, що виходить за межі галактики. Знайдено, що форма профілю лінії Лайман-альфа дає змогу надійно визначити частку емісії такого Лайманового континууму і може бути використана для великої кількості галактик з метою розв'язання проблеми вторинної іонізації Всесвіту. (акад. НАН України Ю.І. Ізотов, Н.Г. Гусєва)

- Izotov, Y. I., Schaerer, D., Worseck, G., Verhamme, A., Guseva, N. G., Thuan, T. X., Orlicová, I. & Fricke, K. J. Diverse properties of Ly α emission in low-redshift compact star-forming galaxies with extremely high [O iii]/[O ii] ratios. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **491**, 468–482 (2020).

Запропоновано простий сценарій інфляційного магнетогенезу, оснований на спіральному зв'язку з електромагнетизмом. Спіральний зв'язок в даному сценарії еволюціонує лінійно з конформним часом, інтерполюючи між двома сталими значеннями. Це дає уникнути проблеми сильного калібрувального зв'язку та генерувати гелікальні магнетні поля з напруженістю до 10^{-7} Гс за екстраполяції на сучасну епоху у вузькій спектральній смузі, центрованої на довільному фізичному хвильовому числі, через налаштування параметрів моделі. Додаткові обмеження на магнетне поле виникають із міркувань теорії баріогенезу та, ймовірно, з ефекту Швінгера народження заряджених пар частинок-античастинок. (Ю.В. Штанов)

- Shtanov, Y. Viable inflationary magnetogenesis with helical coupling. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics* **2019**, 008–008 (2019).
- Shtanov, Yu. V. & Pavliuk, M. V. Inflationary magnetogenesis with helical coupling. *Ukrainian Journal of Physics* **64**, 1009 (2019).

Виконано пошук можливого сигналу темної матерії за допомогою астрофізичних спостережень в рентгенівському діапазоні. Для лінії на енергії 3.5 кеВ, що може бути сигналом темної матерії, визначено розподіл світності в межах гало нашої Галактики, звідки отримано нові передбачення чутливості для майбутньої спеціалізованої місії Micro-X. За допомогою космологічних гідродинамічних моделювань отримано передбачення ширини лінії

розпаду темної матерії при спостереженні скупчення галактик Персей майбутньою місією XRISM. (Д.А. Якубовський)

- Lovell, M. R., Iakubovskiy, D., Barnes, D., Bose, S., Frenk, C. S., Theuns, T., Hellwing, W. A. Simulating the Dark Matter Decay Signal from the Perseus Galaxy Cluster. *Astrophysical Journal Letters* **875**, L24 (2019).

З комбінованого аналізу останніх спостережних даних про кінематику класичних сферичних карликових галактик отримано нове обмеження знизу на масу частинки ферміонної темної матерії $\sim 200\text{eV}$. Безпосередньо показано неможливість достовірно обмежити параметри частинок темної матерії з космологічного поглинання на частотах 75-80 МГц, про що було заявлено колаборацією EDGES, (“провалу від 21-см лінії надтонкого розщеплення водню”). (Д.О. Савченко, А.В. Рудаковський, Д.А. Якубовський)

- Savchenko, D. & Rudakovskiy, A. New mass bound on fermionic dark matter from a combined analysis of classical dSphs. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **487**, 5711–5720 (2019).
- Boyarsky, A., Iakubovskiy, D., Ruchayskiy, O., Rudakovskiy, A. & Valkenburg, W. 21-cm observations and warm dark matter models. *Physical Review D* **100**, 123005 (2019).

ФІЗИКА ПЛАЗМОВИХ ПРОЦЕСІВ

Розвинуто кінетичну теорію електричних флуктуацій в заповненій слабкоіонізованій плазмі з урахуванням динаміки заряджання порошинок за рахунок поглинання електронів та йонів з плазмового оточення. Розраховано кореляційні функції флуктуацій електронної та йонної густини на основі описання зіткнень електронів та йонів з нейтральними атомами і молекулами з використанням моделі Бхатнагара-Гросса-Крука. Детально вивчено вплив зіткнень та процесів заряджання порошинок на спектри флуктуацій густини плазмових частинок. Показано, що наявність порошу може суттєво впливати на колективні флуктуації в плазмі. (акад. НАН України А.Г. Загородній)

- Momot, A. I., Zagorodny, A. G. & Momot, O. V. Electron density fluctuations in collisional dusty plasma with variable grain charge. *Physical Review E* **99**, 013206 (2019).

Переглянуто теорію турбулентного перенесення в токамаках, обумовленого нестійкостями дрейфових хвиль. Проаналізовано дослідження в цій галузі, починаючи з простих теорій 1950-х років до сьогоднішніх сучасних теорій, які використовують вдосконалені

рідинні моделі, що враховують кінетичні ефекти при описанні дрейфових хвиль, зокрема вплив зональних потоків та нелінійні кінетичні ефекти. Запропоновано процедуру замикання рівнянь гідродинаміки, яка дає змогу отримати перенормовані рівняння для дрейфових хвиль з урахуванням дрейфових резонансів і врахувати нелінійні ефекти, які обумовлюють «зсув Діміца», полоїдальне обертання, внутрішні транспортні бар'єри та L-N перехід (акад. НАН України А.Г. Загородній)

- Weiland, J. & Zagorodny, A. Drift wave theory for transport in tokamaks. *Reviews of Modern Plasma Physics* 3, 8 (2019).

На основі аналітичного методу, розвинутого раніше, а також шляхом числового моделювання знайдено залежності коефіцієнту перенесення заряджених частинок поперек магнетного поля від частоти випадкового електричного поля. Показано, що результати розрахунків узгоджуються з даними прямого числового моделювання в широкому частотному діапазоні. Отримані результати можуть бути корисними для оптимізації роботи плазмових пристроїв, в яких процеси аномального перенесення відіграють помітну роль. (В.І. Засенко, О.М. Черняк)

- Cherniak, O. & Zasenka, V. I. Particle trapping effects on transport in random electric field. *Journal of Physics: Conference Series* 1197, 012003 (2019).

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Сформульовано принцип рівноваги відкритої економічної системи до її оточення: курс національної валюти до долара США є індикатором рівноваги економіки до її оточення. Використовуючи цей принцип встановлено стохастичне канонічне рівняння грошового обігу. На підставі цього рівняння сформульовано принцип сталого економічного розвитку. Поза цим станом економіка може перебувати в стані рецесії або наближатися до неї. На цій підставі дано класифікацію рівноважних станів економіки. (М.С. Гончар, О.П. Довжик).

- Gonchar, N. S. & Dovzhyk, O. P. On one criterion for the permanent economy development. *Journal of modern economy*, 2:9, 1-16 (2019).

КОМП'ЮТЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Завдяки фінансовій підтримці НАН України в 2019 році придбано сучасне серверне обладнання і проведено інсталяцію хмарного кластера в Центрі колективного користування «Ресурсний центр для грід- та хмарних технологій» в Інституті теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України. Основу хмарного кластера складають 10 обчислювальних серверів на базі процесорів Intel(R) Xeon(R) Silver 4116 CPU та Intel(R) Xeon(R) Silver 4216 CPU. Натепер загальна обчислювальна потужність хмарного кластера становить 576 віртуальних процесорів, 2560 Gb оперативної пам'яті та 200 Tb дискової пам'яті. На всіх серверах встановлено операційну систему Ubuntu Server 18.04.2 LTS x64 та розгорнуто сервіси хмарного програмового забезпечення OpenStackRocky. Проведено сертифікацію хмарного кластера у відповідності до вимог проєкту EGI FederalCloud, і після успішного тестування хмарний кластер (назва при реєстрації – UA-VITP) був впроваджений у виробничу експлуатацію. Сьогодні хмарний сайт UA-VITP – це єдиний хмарний ресурс України, який відповідає усім вимогам EGI FederalCloud до хмарних ресурсів і якого включено в європейську хмарну інфраструктуру підтримки Європейської хмари відкритої науки. Завдяки високій надійності роботи та надання обчислювальних ресурсів у спільне користування міцнішає міжнародна наукова співпраця науковців НАН України в таких галузях, як фізика і астрофізика високих енергій, молекулярна біологія, клітинна біологія, науки про Землю тощо. (С.Я. Свістунов, І.М. Маковський, В.В. Пелих)

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧНОЇ І МАТЕМАТИЧНОЇ ФІЗИКИ

З метою якнайширшого залучення талановитої молоді до наукової роботи в інституті діє неструктурний підрозділ – Науково-освітній центр Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України. Центр спільно з кафедрою теоретичної та математичної фізики Київського академічного університету (КАУ) при ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України провадить неперервну систему освіти для обдарованої молоді, що складається з трьох взаємно пов'язаних ланок: освітньої роботи зі школярами провідних фізико-математичних ліцеїв, студентами кафедр природничих

факультетів університетів та аспірантами Інституту і університетів, які провадять дослідження з теоретичної та математичної фізики. Співпрацю з кафедрою КАУ спрямовано на підготовку студентів-теоретиків до вступу в магістратуру КАУ. Зокрема, у 2019 р. працівники кафедри теоретичної та математичної фізики КАУ при ІТФ ім. М.М.Боголюбова НАН України організовували та брали участь у таких заходах.

Для студентів:

- Курс лекцій з теорії квантових вимірювань. Лектори – Prof. Yuval Gefen, Dr. Kyrylo Snizhko (Weizmann Institute of Science, Israel), 11-17 квітня 2019, КНУ імені Тараса Шевченка та ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України, Київ.
- Applied Physics Student School 2019, April 24-26, 2019, КАУ, Київ.
- Seminar on Biomolecular Modeling and Simulations, May 22, 2019, ВІТР-КАУ, Київ.
- Школа з квантової оптики, цикл лекцій професора Андрія Клімова (Університет Гвадалахари, Мексика) «Представлення дискретного фазового простору та його застосування», 3-4 жовтня 2019, ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України, Київ.
- Зимової школа КАУ-ІТФ з фізики твердого тіла, 25-28 грудня 2019, ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України, Київ.

Семінар-лекторій КАУ для вчителів фізики та студентів-фізиків.
Координатор та лектор – Заслужений учитель України О.В. Триліс.

- 31 жовтня, «Експериментальні задачі на уроках фізики».
- 6 грудня, «Радість контрольної роботи».
- 21 грудня, «Вчителювання сьогодні і не тільки..».

Для школярів:

- Комплексна олімпіада КАУ-КНУ з фізики та математики, 23-25 лютого 2019, КАУ, МАН та КНУ імені Тараса Шевченка, Київ.
- Літня фізико-математична школа «Мудра макітра», 7-24 серпня 2019, Чернігівська обл., село Ладінка.

НАУКОВІ ПУБЛІКАЦІЇ

Монографії та підручники: 2

- Б.Є. Патон, А.Г. Загородній, В.Г. Козирський та ін. (ред.). *Творець теоретичної і математичної фізики. До 110-річчя від дня народження академіка М.М. Боголюбова.* – Київ. Академперіодика, 2019. 152 арк. іл., 532 с. (48,42). ISBN 978-966-360-387-2.
- А. Свідзінський. *Моє життя в науці* / ред. М.В. Жуйкова – Київ. Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова Національної академії наук України, 2019. 152 с. ISBN 978-966-02-8806-5.

Статті в журналах: 185

українських журналах – 36,
іноземних журналах – 149.

КОНФЕРЕНЦІЇ ТА СЕМІНАРИ

- Семінар, присвячений пам'яті Івана Васильовича Сименога. Київ, 31 січня 2019 р.
- Семінар «Проблеми теоретичної фізики», присвячений пам'яті Олексія Григоровича Ситенка. Київ, 14 лютого 2019 р.
- Семінар, присвячений пам'яті Анатолія Уляновича Клімика. Київ, 18 квітня 2019 р.
- Всеукраїнський фестиваль науки, 16-18 травня, 2019.
- New Trends in High-energy Physics. Odessa, May 12-18, 2019.
- XI International Bolyai-Gauss-Lobachevsky Conference, Kyiv, May 19-24, 2019, ВІТР.
- Семінар «Квантова теорія поля та космологія», присвячений пам'яті Петра Івановича Фоміна. Суми, 20 червня 2019 р.
- Bogolyubov Kyiv Conference, September 24-26, Kyiv, ВІТР, Ukraine.
- Дні науки, 9-10 листопада, 2019.
- X Conference of Young Scientists “Problems of Theoretical Physics” dedicated to the 110th anniversary of M.M. Bogolyubov, Kyiv, 23-24 December, 2019. ВІТР.
- Давидовські читання. Київ, 26 грудня 2019 р.

ВІДЗНАКИ ТА НАГОРОДИ

Державна премія України в галузі науки і техніки

присуджена чл.-кор. НАН України **В.Ю. Денисову** (Інститут ядерних досліджень НАН України), чл.-кор. НАН України **В.Ф. Клепикову** (Інститут електронної фізики і радіаційних технологій НАН України), **Ю.А. Бережному** (Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна), **О.А. Понкратенку** (Інститут ядерних досліджень НАН України), **В.А. Плюйку** (Київський національний університет імені Тараса Шевченка), **В.П. Михайлюку** (Інститут ядерних досліджень НАН України), **В.В. Пилипенку** (ННЦ «ХФТІ» НАН України), **В.Ф. Харченку** (Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України) за роботу «Структура та взаємодія атомних ядер в пружних, непружних і радіоактивних процесах».

Премія НАН України імені С.І. Пекаря

присуджена **М.О. Іванову** (Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України), **О.Й. Носичу** (Інституту радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова НАН України), **Ю.В. Скрипнику** (Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України) за розробку аналітичних та числових методів дослідження хвильових і трансформаційних процесів у неоднорідних та нерівноважних конденсованих середовищах.

Давидовська премія Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України

присуджена **В.М. Локтєву** (Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України), **В.Г. Погорелову** (Університет Порту) за цикл праць «Домішкові стани у надпровідниках».

Премія імені Олексія Ситенка Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України

присуджена **М.І. Григорчуку** (Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України) за цикл праць «Теорія плазмонних явищ в металевих наночастинках».

HIGH ENERGY PHYSICS

A modification of the collinear evolution equations as an appropriate approach to improving the behavior of parton distribution functions in the region of small longitudinal momentum fractions and to finding more theoretical arguments to clarify the possible appearance of saturation regime is suggested. (Cor. Member of NAS of Ukraine G.M. Zinovjev)

- Snigirev, A. M. & Zinovjev, G. M. Exploring the origin of small x saturation in the collinear approach. *Physical Review D* **100**, 094008 (2019).

Basing on the theorems of analytic S-matrix theory and the dispersion relations for the elastic scattering amplitudes it is shown that contribution of the odderon, crossing-odd component of the amplitude, dominates at high energies in the ratio of real to imaginary part of the amplitude. Asymptotically, these ratios have opposite signs for proton-proton and proton-antiproton scatterings. (E.S. Martynov, G.S. Tersimonov)

- Martynov, E. & Tersimonov, G. Ratio $\rho_{pp}^{pp}(s)$ in Froissaron and maximal odderon approach. *Physical Review D* **100**, 114039 (2019).

A single component quantum Van der Waals equation of state of hard spheres from quantum partition function was derived for the first time. The suggested analytical method of self-consistent calculation of the excluded particle volume in a dense medium is generalized for the hard sphere mixture of arbitrary number of different hard-core radii. The quantum equation of state is extrapolated to high densities and generalized for the mixtures of convex hard particles of arbitrary shape for spatial dimensions $D \geq 2$. (K.A. Bugaev)

- Bugaev, K. A. Self-consistent analysis of quantum gases of hard spheres beyond the Van der Waals approximation. *The European Physical Journal A* **55**, 215 (2019).

Backward nucleon production by heavy baryonic resonances in proton-nucleus collisions is proposed. (M.I. Gorenstein)

- Panova, O., Motornenko, A., Gorenstein, M. I., Steinheimer, J. & Stoecker, H. Backward nucleon production by heavy baryonic resonances in proton-nucleus collisions. *Physical Review C* **100**, 054617 (2019).

On the basis of the integrated hydrokinetic model the full similarity of “soft physics” processes in nuclei collisions of gold at the energies per nucleon pair of 200 GeV at RHIC, lead at the LHC energies 2.76 and 5.02 TeV, and xenon at 5.44 TeV has been found. (Yu.M. Sinyukov, V.M. Shapoval, M.D. Adzhymambetov)

- Adzhymambetov, M. D., Shapoval, V. M. & Sinyukov, Yu. M. Description of bulk observables in Au+Au collisions at top RHIC energy in the integrated hydrokinetic model. *Nuclear Physics A* **987**, 321 (2019).

The thermodynamically consistent mean-field model is applied to describe dense boson systems for high temperatures and zero chemical potential. It is shown that if the attractive component is strong enough to violate the system-stability condition (the effective particle mass is greater than or equal to zero), then the first-order phase transition occurs in the multi-boson system and scalar field condensate is formed. The allowed states of the system with the condensate are shown to exist under the condition that the effective mass particle vanishes, i.e., the boson quasi-particles become massless. (D.V. Anchishkin)

- Mishustin, I. N., Anchishkin, D. V., Satarov, L. M., Stashko, O. S. & Stoecker, H. Condensation of interacting scalar bosons at finite temperatures. *Physical Review C* **100**, 022201(R) (2019).

THEORY OF NUCLEI AND NUCLEAR REACTIONS

Using the method of stereographic projection of the three-dimensional momentum space onto the four-dimensional unit sphere, the analytical solution of the two-particle Lippmann-Schwinger integral equation with the Coulomb interaction at the negative energy has been performed. For the first time, the analytical expressions for the three-dimensional Coulomb transition matrix at the energies that correspond to the fractional values of the interaction parameter have been obtained. (V.F. Kharchenko)

- Kharchenko, V. F. Analytical solutions for three-dimensional Coulomb transition matrix at negative energy and integer values of interaction parameter. *Canadian Journal of Physics* (2019) doi:[10.1139/cjp-2019-0338](https://doi.org/10.1139/cjp-2019-0338).

The simple semi-phenomenological model which describes the charge independence and charge symmetry breaking of the pion-nucleon coupling constant has been proposed. The model has simple physical meaning and suggests directly proportional dependence of the pion-nucleon coupling constants on the masses of interacting nucleons and pions. On the basis of the proposed model we have found that the charged pion-nucleon coupling constant exceeds the neutral pion-nucleon coupling constant by about 7% indicative of a substantial charge independence

breaking of nuclear forces in the pion-nucleon coupling constant. (V.A. Babenko, N.M. Petrov)

- Бабенко, В. А. & Петров, Н. М. О нарушении зарядовой независимости и зарядовой симметрии константы пион-нуклонной связи. *Ядерная физика* **82**, 541–552 (2019).

MATHEMATICAL METHODS IN THEORETICAL PHYSICS

Model of dark matter, which was constructed on the basis of μ -deformed thermodynamics, has been developed to describe halo density profiles from the dark matter around dwarf galaxy. Herein, μ -deformed analogs of the Lane-Emden equation were constructed, and their solutions have been found. As result, the use of μ -deformation leads to improved agreement with observational data as compared to the well-known models (T. Harko and Navarro-Frenk-White ones). Possible physical meaning of the parameter μ is briefly discussed. (A.M. Gavrilik, I.I. Kachurik, M.V. Khelashvili)

- Gavrilik, A. M., Kachurik, I. I. & Khelashvili, M. V. Galaxy rotation curves in the μ -deformation based approach to dark matter. *Ukrainian Journal of Physics* **64**, 1042 (2019).

For the model of the slowly rotating Bose-Einstein condensed dark matter, under the equilibrium condition the partition function and macroscopic characteristics are computed and compared with the results following from the Gross-Pitaevskii equation solution. Using the found Green functions of operators of spatial evolution, the boundary conditions of the problem and the conditions of applicability of the Thomas-Fermi approximation are formulated in a unified way. The deformation of the commutation relations for the macroscopic wave function and the corresponding modification of the Gross-Pitaevskii equation yields a spatial distribution of dark matter, similar to the model with rotation, which describes well the observed data. Such an assumption about the properties of dark matter leads to the spatial inhomogeneity of entropy and the dependence of the distribution on temperature (below the Bose-condensation temperature). (A.V. Nazarenko)

- Nazarenko, A. V. Partition function of the Bose-Einstein condensate dark matter and the modified Gross-Pitaevskii equation. *International Journal of Modern Physics D* (2020) doi:[10.1142/S0218271820500182](https://doi.org/10.1142/S0218271820500182).

We consider the grand canonical ensemble of the static and extremal black holes, when the equivalence of the electric charge and mass of individual black hole is postulated. Assuming uniform distribution of black

holes in space, we are finding the effective mass of test particle and mean time dilation at the admissible points of space, taking into account the gravitational action of surrounding black holes. Having specified the statistics that governs extremal black holes, we study its effect on those quantities. Here, the role of statistics is to assign a statistical weight to the configurations of certain fixed number of black holes. We borrow these weights from the Bose-Einstein, Fermi-Dirac, classical and infinite statistics. Using mean field approximation, the aforementioned characteristics are calculated and visualized, what permits us to draw the conclusions on visible effect of each statistics. (A.M. Gavrilik, A.V. Nazarenko)

- Gavrilik, A. M. & Nazarenko, A. V. Statistics effects in extremal black holes ensemble. *International Journal of Modern Physics A* **34**, 1950215 (2019).

In view of the problem of separation of variables for integrable hamiltonian systems with $gl(n)$ -valued Lax matrices, satisfying quadratic Poisson brackets with skew-symmetric classical r -matrices, we have found, in terms of the corresponding r -matrices, the sufficient conditions which guarantee that the “magic recipe of Sklyanin“ indeed produces canonical coordinates. An example of $gl(n) \otimes gl(n)$ –valued skew-symmetric trigonometric r -matrix, that satisfies the obtained conditions, is considered and a class of the Lax operators is found, for which the obtained set of canonical coordinates is complete. (T.V. Skrypnyk)

- Dubrovin, B. & Skrypnyk, T. Separation of variables for quadratic algebras and skew-symmetric classical r -matrices. *Journal of Mathematical Physics* **60**, 093506 (2019).

NANOPHYSICS, PHYSICS OF LOW-DIMENSIONAL SYSTEMS

The electron states of gapped pseudospin-1 fermions on a honeycomb lattice with additional atoms in the center of each hexagon (dice lattice) were studied in the presence of a charged impurity. The bound electron states are found in the case of the radially symmetric potential well and a regularized Coulomb potential. It is shown that as the charge of the impurity increases, bound-state energy levels descend from the upper and central continua and dive at certain critical charges into the central and lower continua, respectively, realizing the so-called phenomenon of atomic collapse for pseudospin-1 fermions. In the dice model, it is found that the flat band survives in the presence of a potential well, however, it is absent in the case of the Coulomb potential. The analytical results were obtained for the energy levels near continuum boundaries in the potential well. For

the genuine Coulomb potential it is shown that analytical solutions exist for a countably infinite set of values of impurity charge at fixed couplings of atoms. (Corr. Member of the NAS of Ukraine V.P. Gusynin, E.V. Gorbar)

- Gorbar, E. V., Gusynin, V. P. & Oriekhov, D. O. Electron states for gapped pseudospin-1 fermions in the field of a charged impurity. *Physical Review B* **99**, 155124 (2019).

The theory of polarization of the vacuum of quantized fermion field in the presence of a topological defect is constructed. (Corr. Member of the NAS of Ukraine Yu.A. Sitenko)

- Sitenko, Y. A. & Gorkavenko, V. M. Induced vacuum magnetic flux in quantum spinor matter in the background of a topological defect in two-dimensional space. *Physical Review D* **100**, (2019).

Based on the Dirac quantum theory of the spinor field, the generalized operator of the spin-orbit interaction is found. It is shown that this operator contains not only the known Thomas-Frenkel correction, but also a new term, so that the consistent description of the influence of the spin-orbit interaction on electrons in the external potential in frame of the non-relativistic Schroedinger equation is possible only with the account of this generalized operator. (L.S. Brizhik. O.O. Eremko, Acad. of the NAS of Ukraine V.M. Loktev)

- Eremko, A. A., Brizhik, L. & Loktev, V. M. Generalized spin-orbit interaction and its manifestation in two-dimensional electron systems. *Ukrainian Journal of Physics* **64**, 464 (2019).

An explanation is proposed for the recently observed a giant increase of the Drude peak width under applied uniaxial strain in optical spectra of monolayer graphene. The underlying mechanism of this increase can be based on resonant scattering of carriers from inevitably present impurities such as adsorbed atoms that can be described by the Fano-Anderson model. It is demonstrated that the often neglected scalar deformation potential plays the essential role in this process. The conditions necessary for the maximum effect of the giant Drude peak broadening are determined. (V.O. Shubnyi, Y.V. Skrypnyk, S.G. Sharapov, Acad. of the NAS of Ukraine V.M. Loktev).

- Shubnyi, V. O., Skrypnyk, Y. V., Sharapov, S. G. & Loktev, V. M. Effect of resonant impurity scattering of carriers on the Drude-peak broadening in uniaxially strained graphene. *Physical Review B* **99**, 235421 (2019).

Two types of general nonlinear integrable systems on infinite quasi-one-dimensional regular lattices are proposed. The method is suggested

which allows to unify the Toda-like vibration subsystem and the self-trapping-like exciton subsystem into a single integrable system, thereby substantially extending the range of realistic physical problems that can be rigorously modeled. Several lowest conserved densities associated with either of the relevant infinite hierarchies of local conservation laws are found explicitly in terms of prototype field functions (O.O. Vakhnenko)

- Vakhnenko, O. O. Four-component integrable systems inspired by the Toda and the Davydov–Kyslukha models. *Wave Motion* **88**, 1–12 (2019).

The properties of embedded solitons (solitons that exist despite their resonance with the linear spectrum of the system and have only isolated values of velocity) in the discrete double sine-Gordon equation with next-neighbor and second-neighbor interactions are investigated. This model describes the DC biased array of the superconductor/ferromagnet/superconductor junctions. Depending on the sign of these interactions they can be either destructive or favorable for the embedded soliton creation. The embedded soliton existence area depends on the width of the linear spectrum: narrowing of the spectrum widens the embedded soliton existence range and vice versa. (Y. Zolotaryuk, I. Starodub)

- Starodub, I. O. & Zolotaryuk, Y. Fluxon interaction with the finite-size dipole impurity. *Physics Letters A* **383**, 1419–1426 (2019).

An approach to define single-point interactions under the application of external fields has been developed. The essential feature is an asymptotic method based on the one-point approximation of multi-layered heterostructures that are subject to bias potentials. In the zero-thickness limit, the matrix connecting the two-sided boundary conditions of wave function at the point of singularity has been obtained. The dependence of the reflection and transmission coefficients on the bias potential has been studied. Several “one-point” models of two- and three-terminal devices in the semiconductor physics have been elaborated. The notion of a “point” transistor has been introduced, and the existence of extremely sharp peaks as an applied voltage tunes, forming a resonance set for this one-point interaction, is shown. (A.V. Zolotaryuk, Y. Zolotaryuk)

- Zolotaryuk, A. V., Tsironis, G. P. & Zolotaryuk, Y. Point interactions with bias potentials. *Frontiers in Physics* **7**, 87 (2019).

A method to describe the electric field in a spontaneously polarized isotropic nonpolar dielectric is developed. Helmholtz formula for the electric force acting on a volume element of a dielectric is generalized with

regard for the contribution of the spontaneous polarization.
(M.D. Tomchenko)

- Tomchenko, M. D. Electric field and electric forces in a spontaneously polarized nonpolar isotropic dielectric. *Ukrainian Journal of Physics* **64**, 509 (2019).

Strategies optimizing continuous-variable teleportation of a quantum-light mode through the turbulent atmosphere have been proposed.
(A.A. Semenov)

- Hofmann, K., Semenov, A. A., Vogel, W. & Bohmann, M. Quantum teleportation through atmospheric channels. *Physica Scripta* **94**, 125104 (2019).

The physics of long-range electron transfer in nanoscale molecular structures associated with molecular wires was clarified along with analytical description of a tunneling current through terminated molecular wires. These expressions allowed us to explain the dependence of the current-voltage characteristics of a molecular wire on the length of its interior range as well as the parameters of superexchange model used.
(Corr. Member of the NAS of Ukraine E.G. Petrov)

- Petrov, E. G. Modified superexchange model for electron tunneling across the terminated molecular wire. *Physica Status Solidi B* **256**, 1900092 (2019).

Analytical formulas are obtained that are convenient for describing the experimental results of the tunneling conductance of molecular chains. The wide abilities of the modified super-exchange model in understanding the mechanisms of conductivity formation were demonstrated, which was manifested in the analysis of coherent electron tunneling through alkane chains attached to electrodes by various anchor groups. (Corr. Member of the NAS of Ukraine E.G. Petrov, Ye. V. Shevchenko)

- Petrov, E. G., Shevchenko, Ye. V., Snitsarev, V., Gorbach, V. V., Ragulya, A. V., Lyubchik, S. B. Features of superexchange nonresonant tunneling conductance in anchored molecular wires. *AIP Advances* **9**, 115120 (2019).

The theory on the magnetic field energy absorption by metal nanoparticles of a nonspherical shape irradiated with ultrashort laser pulses is developed. The dependence of this energy on the orientation of the magnetic field upon a particle, the degree of its deviation from a spherical shape, and pulse duration of the laser ray has been scrutinized for the particles having an oblate or prolate spheroidal shape. (N. I. Grigorchuk)

- Grigorchuk, N.I. Influence of nanoparticle surface and shape on the dipole magnetic absorption of ultrashort laser pulses. *Condensed Matter Phys.* **22**, 33701 (2019).

The electron transfer from the barrier in binary InAs/GaAs quantum dot-well structures was described in terms of localized and delocalized states and their spectral distributions. It was shown that theoretical calculations agree well with the optical experiments for these nanostructures (S.P. Kruchinin).

- Filikhin, I., Peterson, Th., Vlahovic, B., Kruchinin, S. P., Kuzmichev, Yu. B., Mitic, V. Electron transfer from the barrier in InAs/GaAs quantum dot-well structure. *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures* **114**, 113629 (2019).

Exact solution to the problem of a closed description of the nonautonomous dynamics of a two-stage absorbing Markov chain with the presence of a stochastic dichotomous process in the forward or backward probabilities of transitions between initial and intermediate states is provided. It is shown that the kinetics of decay of the intermediate-state population is four-exponential that gives evidence for an intrinsic non-autonomy of a two-stage absorbing Markov chain with stochastic forward rate. (V.I. Teslenko, O.L. Kapitanchuk)

- Teslenko, V. I. & Kapitanchuk, O. L. A closed description of the non-autonomous dynamics for an absorbing Markov chain with three states and random transition probabilities. *Journal of Physical Studies* **23**, 3002 (2019).

SOFT MATTER PHYSICS

It is proposed the new approach to the description of liquid crystal under the assumption that colloidal particle can be treated as a source of possible deformation of the ground state of the director field distribution. The ground state imposes restrictions on possible deformations and determines the peculiarity of the interaction between colloidal particles. On the basis of this approach, both the Coulomb-like interaction between dipole particles in a cholesteric liquid crystal and a crucial change in the character of the interaction in a smectic liquid crystal had been predicted. (Corr. Member of the NAS of Ukraine B.I. Lev)

- Lev, B. I. & Kim, J.-H. Ground state and peculiarity of particle interactions in liquid crystal colloids. *The European Physical Journal E* **43**, 1 (2020).

The exact solution of the classical and quantum cosmological model with exponential dependence on fundamental scalar field potential in homogeneous and in-homogeneous cases has been obtained. A new solution of the Universe evolution model was found at the inhomogeneous

change of scalar field. (Corr. Member of the NAS of Ukraine B.I. Lev, A.P. Rebesh)

- Rebesh, A. P. & Lev, B. I. Analytical solutions of the classical and quantum cosmological models with an exponential potential. *Physical Review D* **100**, 123533 (2019).

The simple model for explanation experimental result about rotation of elongate particle at external electric field has been proposed. The model based on collective behavior of assembly of the particles with induced dipole moment. (Corr. Member of the NAS of Ukraine B.I. Lev)

- Lee, J.-Y., Lev, B. & Kim, J.-H. Analogue orientation control of a carbon fibre in a nematic liquid crystal. *Scientific Reports* **9**, 20223 (2019).

The theory of collective diffusion effects in a system of colloidal particles in a liquid crystal is proposed. The specifics of diffusion which can be observed experimentally are described. The dependence of the diffusion coefficient on the temperature and particle density is found. It is shown that collective diffusion in a system of colloidal particles in a liquid crystal arises from the elastic distortion of the director field generating the interparticle interaction. (Acad. of the NAS of Ukraine A.G.Zagorodny, Corr. Member of the NAS of Ukraine B.I.Lev)

- Lev, B. I. & Zagorodny, A. G. Collective diffusion of colloidal particles in a liquid crystal. *Ukrainian Journal of Physics* **64**, 48 (2019).

On the basis of non-equilibrium statistical operator with a view to describe a behavior of self-gravitating systems it has been proposed the new approach, which takes into account a possible spatially nonuniform distribution of particles, chemical potential, and temperature. Statistical induced dynamic and behavioral peculiarities of self-gravitating systems under different conditions have been theoretically predicted. (Corr. Member of the NAS of Ukraine B.I.Lev)

- Lev, B. I. Statistical induced dynamic of self-gravitating system. *Journal of Mathematical Physics* **10**, 687–698 (2019).

Explicit expressions are found for the stationary probability distribution of a magnetic field, generated by moving charges of the plasma environment, and stationary probability distribution of force, acting on a charged particle in this environment with regard for its interaction with electric and magnetic fields in plasma. (Acad. of the NAS of Ukraine A.G. Zagorodny, Corr. Member of the NAS of Ukraine B.I. Lev, V.B. Tymchyshyn).

- Tymchyshyn, V. B., Lev, B. I. & Zagorodny, A. G. Internal magnetic field distribution in plasmas. *Physics of Plasmas* **26**, 042120 (2019).

The interaction of hydrogen peroxide and water molecules with the regions of specific and non-specific recognition of DNA molecules by proteins is analyzed. These interactions are important for explanation of beam therapy of cancer. On the basis of density functional theory, the interaction energies of water and hydrogen peroxide molecules with DNA nuclear bases are calculated and optimal geometries of stable complexes are determined. The positions are found where binding of hydrogen peroxide molecule exceeds the one for water molecule. (S.N. Volkov, D.V. Piatnytskyi, O.O. Zdorevskyi)

- Zdorevskyi, O. O., Piatnytskyi, D. V. & Volkov, S. N. On a possibility of the blocking of DNA specific recognition sites by hydrogen peroxide molecules during ion beam therapy. *Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine* **6**, 82–89 (2019).

The interaction of polyamines with the DNA macromolecule was studied using molecular dynamics simulations. The polyamines molecules were found to be localized mostly in the minor groove of the double helix in the region with the specific sequence of nucleotides of A-tract type. The results of the study agree with the existing experimental data and explain the preferential localization of polyamines molecules in the DNA sites with characteristic nucleotide sequence. (S.M. Perepelytsya)

- Perepelytsya, S., Uličný, J., Laaksonen, A. & Mocci, F. Pattern preferences of DNA nucleotide motifs by polyamines putrescine²⁺, spermidine³⁺ and spermine⁴⁺. *Nucleic Acids Research* **47**, 6084–6097 (2019).

A new mechanism for the selectivity enhancement of secondary neurons of the olfactory system is proposed, which operates at low odor concentrations when previously known mechanisms are ineffective. (A.K. Vidybida)

- Vidybida, A. K. Possible stochastic mechanism for improving the selectivity of olfactory projection neurons. *Neurophysiology* **51**, 152–159 (2019).

For a class of neuronal models the spiking statistics of inhibitory neuron with delayed feedback stimulated with stochastic renewal point process is described. The explicit formulas without applying diffusion approximation have been found. (A.K. Vidybida, O.V. Shchur)

- Shchur, O. & Vidybida, A. First passage time distribution for spiking neuron with delayed excitatory feedback. *Fluctuation and Noise Letters* 2050005 (2019) doi: [10.1142/S0219477520500054](https://doi.org/10.1142/S0219477520500054).

A mathematical model of the open dissipative system with localized metabolic process involving anaerobic bacteria is presented. The general map of its metabolic paths is constructed. The synergetic method to study the self-organization of a dynamical chaos in metabolic processes in a cell and the whole organism is developed. (V.Grytsay)

- Grytsay, V. I., Medentsev, A. G., Arinbasarova, A. Yu. Autooscillatory dynamics a mathematical model of the metabolic process in aerobic Bacteria. Influence of the Krebs cycle on the self-organization of a biosystem. *Ukrainian Journal of Physics* **65**, 1-8 (2020).

A model is worked out of the biochemical process of cellulose hydrolysis associated with the growth of cells and biosynthesis of enzymes. The model proposed describes an active medium that is an open system with the input and dissipation of both substance and energy in terms of a dynamical system of 6 nonlinear differential equations. The results obtained contribute to the general theory of nonequilibrium systems and refine the universality of the self-organization laws in nature (A.S. Zhokhin)

- Жохін, А. С. Динамічна система активного середовища гідролізу целюлози в автоколивальних режимах. *Ukrainian Journal of Physics* **65** (2020).

ASTROPHYSICS AND COSMOLOGY

Observations with the Hubble Space Telescope of eight compact star-forming galaxies, aiming to study the properties of Lyman-alpha emission in such conditions, have been presented. The relation between the Lyman-alpha escape fraction and the Lyman-continuum escape fraction has been examined. It was found that shape the Lyman-alpha is a good measure of the escaping Lyman-continuum radiation and can be applied for a large number of the galaxies aiming to solve the problem of the reionization of the Universe. (Acad. of the NAS of Ukraine Y.I. Izotov, N.G. Guseva)

- Izotov, Y. I., Schaerer, D., Worseck, G., Verhamme, A., Guseva, N. G., Thuan, T. X., Orlitová, I. & Fricke, K. J. Diverse properties of Ly α emission in low-redshift compact star-forming galaxies with extremely high [O iii]/[O ii] ratios. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **491**, 468–482 (2020).

A simple scenario of inflationary magnetogenesis is proposed based on a helical coupling to electromagnetism. The helical coupling evolves linearly with conformal time interpolating between two constant values. This allows one to avoid the problem of strong gauge coupling and to generate helical magnetic fields of strength of order up to 10–7 G, when extrapolated to the current epoch, in a narrow spectral band centered at any

physical wavenumber by adjusting the model parameters. Additional constraints on magnetic fields arise from the considerations of baryogenesis and, possibly, from the Schwinger effect of creation of charged particle-antiparticle pairs. (Y.V. Shtanov)

- Shtanov, Y. Viable inflationary magnetogenesis with helical coupling. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics* **2019**, 008–008 (2019).
- Shtanov, Yu. V. & Pavliuk, M. V. Inflationary magnetogenesis with helical coupling. *Ukrainian Journal of Physics* **64**, 1009 (2019).

The possible dark matter signal has been searched in the X-ray astrophysical observation data. The surface brightness distribution of the 3.5 keV dark matter candidate line was obtained within the Galactic halo. This distribution was used to update the previous estimates of the sensitivity of the forthcoming dedicated mission Micro-X. The prediction for the width of the dark matter decay line in the future XRISM observations of the Perseus cluster was obtained with the use of cosmological hydrodynamical simulations. (D.A. Iakubovskiy)

- Lovell, M. R., Iakubovskiy, D., Barnes, D., Bose, S., Frenk, C. S., Theuns, T., Hellwing, W. A. Simulating the Dark Matter Decay Signal from the Perseus Galaxy Cluster. *Astrophysical Journal Letters* **875**, L24 (2019).

From the combined analysis of the kinematic data of the dwarf spheroidal galaxies, a new lower bound of ~ 200 eV on the dark matter fermion mass was obtained. It was shown that it is impossible to constrain robustly the mass of dark matter particle from the cosmological absorption signal on frequencies 75-80 MHz (“21-cm absorption feature”). The detection of this signal was suggested by EDGES collaboration. (A.V. Rudakovskiy, D.O. Savchenko, D.A. Iakubovskiy)

- Savchenko, D. & Rudakovskiy, A. New mass bound on fermionic dark matter from a combined analysis of classical dSphs. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* **487**, 5711 (2019).
- Boyarsky, A., Iakubovskiy, D., Ruchayskiy, O., Rudakovskiy, A. & Valkenburg, W. 21-cm observations and warm dark matter models. *Physical Review D* **100**, 123005 (2019).

PHYSICS OF PLASMA PROCESSES

The kinetic theory of electric fluctuations in a collisional weakly ionized dusty plasma is formulated with due regard to the grain charging dynamics. The correlation functions of electron and ion density are obtained by considering their collisions with neutrals described within the Bhatnagar-Gross-Krook model. The electron density correlation spectra in

isothermal and nonisothermal plasma are calculated for various values of grain density, grain size, and ion collisionality. (Acad. of the NAS of Ukraine A.G. Zagorodny)

- Momot, A. I., Zagorodny, A. G. & Momot, O. V. Electron density fluctuations in collisional dusty plasma with variable grain charge. *Physical Review E* **99**, 013206 (2019).

The theory of tokamak transport due to drift waves is revised. The development of the theory has been analyzed, starting with simple theories from the 1950s till today advanced theories using improved fluid models taking full account of kinetic effects in the frequency regime of drift waves, also including the effects of zonal flows, and fully nonlinear kinetic theory itself. An exact fluid closure makes it possible to use fluid theory completely without expansion, thus maintaining the fluid resonances due to magnetic drifts, that gives us a new normalization of drift wave equations and enables to recover nonlinear (Dimits) upshifts, spinup of poloidal rotation in internal transport barriers and the L-H transition. (Acad. of the NAS of Ukraine A.G. Zagorodny).

- Weiland, J. & Zagorodny, A. Drift wave theory for transport in tokamaks. *Reviews of Modern Plasma Physics* **3**, 8 (2019).

On the basis of the developed analytical method, as well as by numerical simulation, the dependences of the transport coefficient of charged particles across a magnetic field on a frequency of a random electric field were found. It is shown that the results of the calculations are consistent with the data of direct numerical simulation over a wide frequency range. The results obtained can be useful for optimizing the performance of plasma devices in which processes of anomalous diffusion are significant. (V.I. Zasenکو, O.M. Cherniak)

- Cherniak, O. & Zasenکو, V. I. Particle trapping effects on transport in random electric field. *Journal of Physics: Conference Series* **1197**, 012003 (2019).

MATHEMATICAL MODELING

The principle of equilibrium of the open economy with its environment is formulated: the national currency exchange rate relative to the USA dollar is an indicator of the equilibrium the economy to its environment. Using this principle the canonical money circulation equation in the economy is established. On the basis of this equation the principle of the sustainable economy development is formulated. Outside

of such a state the economy can be in the state of recession or in the state being close to it. On this basis the classification of the equilibrium states of the economy are given. (M.S. Gonchar, O.P. Dovzhyk)

- Gonchar, N. S. & Dovzhyk, O. P. On one criterion for the permanent economy development. *Journal of modern economy*, **2:9**, 1-16 (2019).

COMPUTER SUPPLY OF SCIENTIFIC RESEARCH

Thanks to the financial support of the NAS of Ukraine in 2019, modern server equipment was purchased and a cloud cluster was installed at the Collective Use Center “Resource Center for Grid and Cloud Technologies” at the Bogolyubov Institute of Theoretical Physics of the NAS of Ukraine. 10 computing servers based on Intel (R) Xeon (R) Silver 4116 CPUs and Intel (R) Xeon (R) Silver4216 CPUs form the basis of the cloud cluster. Currently, the total cloud cluster processing power is 576 virtual processors, 2560 Gb of RAM and 200 Tb of storage. For all servers the Ubuntu Server 18.04.2 LTS x64 operating system has been installed and OpenStackRocky cloud-based services have been deployed. Subsequently, the certification of the cloud cluster in accordance with the requirements of the EGI FederalCloud project was carried out and, after successful testing, the cloud cluster (registration name – UA-BITP) was put into technological operation. At present, the UA-BITP cloud site is the only one cloud resource in Ukraine that meets all of EGI FederalCloud's cloud resource requirements and includes the European cloud infrastructure to support the European Open Science Cloud. Due to the high reliability of work and the provision of computational resources for sharing, the international scientific cooperation of researchers of NAS of Ukraine in such fields as high energy physics and astrophysics, molecular biology, cell biology, Earth sciences and other ones is increased. (S.Ya. Svistunov, I.M. Makovsky, V.V. Pelykh)

SCIENTIFIC AND EDUCATION CENTER

The Research and Education Center is established as an unstructural subdivision at the BITP in order to involve the talented young people into research studies. The Center together with the Department of Theoretical and Mathematical Physics of Kiev Academic University (KAU) affiliated to the BITP implements continuous system of education for the gifted youth. The education system consists of three interrelated parts:

educational work with schoolchildren of leading physical and mathematical schools, students of physical faculties of universities and postgraduate students of the institutes and universities that conduct research on theoretical and mathematical physics. The collaboration with KAU department provides the theoretical student's training to continue their studies and get magister's degree at the KAU. In particular in 2019 the Chair of theoretical and mathematical physics of KAU organized series of popular and scientific events.

For students:

- Course of lectures in the theory of quantum measurements by Prof. Yuval Gefen, Dr. Kyrylo Snizhko (Weizmann Institute of Science, Israel), April 11-17, 2019, Taras Shevchenko National University of Kyiv and Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine, Kyiv.
- Applied Physics Student School 2019, 24-26 April, 2019, KAU, Kyiv.
- Seminar on Biomolecular Modeling and Simulations May 22, 2019, BITP-KAU, Kyiv.
- School on Quantum Optics. Course of lectures by Prof. Andriy Klimov (University of Guadalajara, Mexico) "Discrete phase space representation and its application", October 3-4, 2019 Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine, Kyiv.
- Winter School KAU-BITP on Solid State Physics, December 25-28, 2019, Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine, Kyiv.

For teachers of physics and students:

Coordinator and lecturer – Honored Teacher of Ukraine O.V. Trylis, KAU:

- October 31, "Experimental tasks in physics lessons".
- December 6, "The joy of test work".
- December 21, "Teaching today and more".

For schoolchildren:

- Integrated Olympiad KAU-KNU on Physics and Mathematics, February 23-25, 2019. KAU, Junior Academy of Sciences of Ukraine, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv.

- Summer School on Physics and Mathematics “Wise Makitra”, August 7-24, 2019, Chernihiv region, the village of Ladynka.

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Books: 2

- Б.Є. Патон, А.Г. Загородній, В.Г. Козирський та ін. (ред.). *Творець теоретичної і математичної фізики. До 110-річчя від дня народження академіка М.М. Боголюбова.* – Київ. Академперіодика, 2019. 152 арк. іл., 532 с. (48,42). ISBN 978-966-360-387-2.
- А. Свідзінський. *Моє життя в науці* / ред. М.В. Жуйкова – Київ. Інститут теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова Національної академії наук України, 2019. 152 с. ISBN 978-966-02-8806-5.

Papers in Journals: 185

Ukrainian journals– 36,
Foreign journals – 149.

CONFERENCES & SEMINARS

- Seminar dedicated to the memory of Ivan V. Symenog. January 31, 2019, BITP, Kyiv.
- Seminar “Problems of Theoretical Physics” dedicated to the memory of O.G. Sytenko. February 14, 2019, BITP, Kyiv.
- Seminar dedicated to the memory of Anatoly U. Klimyk. April 18, 2019, BITP, Kyiv.
- All-Ukrainian Festival of Science. May 16-18, 2019.
- New Trends in High-Energy Physics. May 12-18, 2019, Odessa.
- XI International Bolyai-Gauss-Lobachevsky Conference. May 19-24, 2019, BITP, Kyiv.
- Seminar “Quantum field theory and cosmology” dedicated to the memory of P.I. Fomin. June 20, 2019, Sumy.
- Bogolyubov Kyiv Conference. September 24-26, 2019, BITP, Kyiv.
- The Days of Science. November 9-10, 2019.
- X Conference of Young Scientists “Problems of Theoretical Physics” dedicated to the 110th anniversary of M.M. Bogolyubov. December 23-24, 2019, BITP, Kyiv.
- Davydov Readings. December 26, 2019, BITP, Kyiv.

PRIZES AND AWARDS

State Prize of Ukraine in Science and Technology

awarded to Corresponding Member NAS of Ukraine **V.Yu. Denysov** (Institute of Nuclear Research of the NAS of Ukraine), Corresponding Member NAS of Ukraine **V.F. Klepikov** (Institute of Electronic Physics and Radiation Technologies of NAS of Ukraine), **Yu.A. Berezhnoy** (V.N. Karazin Kharkiv National University), **O.A. Ponkratenko** (Institute of Nuclear Research of the NAS of Ukraine), **V.A. Plujko** (Taras Shevchenko National University of Kyiv), **V.P. Mikhailyuk** (Institute of Nuclear Research of the NAS of Ukraine), **V.V. Pylypenko** (National Science Center), **V.F. Kharchenko** (Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine) for the work “Structure and interaction of atomic nuclei in elastic, inelastic and radioactive processes”.

S.I. Pekar Prize of the NAS of Ukraine

awarded **Mikhail A. Ivanov** (G. V. Kurdyumov Institute for Metal Physics of the NAS of Ukraine), **Alexander I. Nosich** (O.Ya. Usikov Institute for Radiophysics and Electronics of the NAS of Ukraine), **Yuriy V. Skrypnyk** (Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine) for the development of analytical and numerical methods to study wave and transformational processes in inhomogeneous and nonequilibrium condensed media.

Davydov Prize of the Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine

awarded **Vadim M. Loktev** (Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine), **Yuriy G. Pogorelov** (Universidade do Porto) for the cycle of works “Impurity states in superconductors”.

Oleksiy Sytenko Prize of the Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine

awarded **Nikolas I. Grigorchuk** (Bogolyubov Institute for Theoretical Physics of the NAS of Ukraine) for the cycle of works “Теорія плазмонних явищ в металевих наночастинках”.

Редактори
З.І. Вахненко, С.М. Перепелиця

Зам. №2 формат 60x84/16. Обл.-вид. арк. 3
Підписано до друку 24.02.2020. Наклад 150 прим.

Поліграфічна дільниця ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України
03143, Київ, вул. Метрологічна, 14 - б.