

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

**НАЙВАЖЛИВІШІ НАУКОВІ РЕЗУЛЬТАТИ
ІНСТИТУТУ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ
ІМ. М.М. БОГОЛЮБОВА НАН УКРАЇНИ
У 2014 РОЦІ**

**BRIEF REVIEW
OF TOPMOST SCIENTIFIC RESULTS
OBTAINED IN 2014 AT THE
BOGOLYUBOV INSTITUTE
FOR THEORETICAL PHYSICS**

Київ 2014

ЗМІСТ

CONTENTS

Фундаментальні взаємодії та мікроскопічна будова речовини.....	3
Фізика твердого тіла.....	7
Фізика низьких температур.....	8
Нанофізика і нанотехнології.....	9
Фізика м'якої речовини.....	11
Астрофізика та космологія.....	13
Фізика плазмових процесів.....	14
Математичне моделювання.....	14
Комп'ютерне забезпечення наукових досліджень.....	14
Науково-освітній центр.....	15
Наукові публікації.....	16
Премії і нагороди.....	16
Конференції.....	17
Fundamental interactions and microscopic structure of matter.....	18
Solid state physics.....	22
Low temperature physics.....	23
Nanophysics and nanotechnologies.....	23
Soft matter physics.....	26
Astrophysics and cosmology.....	27
Physics of plasma processes.....	28
Mathematical modeling.....	29
Computer software research.....	29
Scientific and education center.....	29
Scientific publications.....	30
Prizes and awards.....	31
Conferences.....	31

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ВЗАЄМОДІЇ ТА МІКРОСКОПІЧНА БУДОВА РЕЧОВИНИ

Досліджено точно інтегровані кваркові моделі теорії поля з нескінченною кореляційною довжиною та знайдено нестійкість стандартного вакуумного ансамблю – моря Дірака (для випадку просторово-часового розміру більшого трьох), що пов'язана з присутністю сильної виродженості стану зумовленою характером розподілу енергії. (чл.-кор. НАН України Г.М. Зінов'єв)

- *Molodtsov S.V., Zinovjev G.M.* Quark ensembles with infinite correlation length. JETP, 2015, V. 147, 1-15.

Знайдено, що феноменологічне гідродинамічне наближення процесів релятивістських ядро-ядерних зіткнень може бути представлено в рамках ефективної теорії в області повільних та довгохвильових мод ізольованих квантових систем, що утворюється при зіткненнях. В рамках цього підходу на прикладі квантової теорії скалярного поля досліджено еволюцію тензора енергії-імпульсу довго-хвильової підсистеми і встановлено, що він наближається до тензора енергії-імпульса ефективної в'язкої рідини. (С.В. Аккелін, Ю.М. Синюков)

- *Akkelin S.V., Sinyukov Yu.M.* Entanglement of scales as a possible mechanism for decoherence and thermalization in relativistic heavy ion collisions. Phys.Rev. C, 2014, V. 89, 034910.

Проаналізовано експериментальні дані про пружне розсіяння протонів з енергіями від 19 ГеВ до 7 ТеВ (експеримент TOTEM на Великому адронному колайдері). Отримано «експериментальні» значення та відповідні похибки для амплітуди пружного розсіяння в представленні прицільного параметру. Знайдено, що при енергії колайдера вперше амплітуда перевищила так зване обмеження чорного диска. Підтвердження цього ефекту при більших енергіях буде мати важливі наслідки для широкого кола моделей та сучасних уявлень про динаміку пружної взаємодії адронів при високих енергіях. (А.О. Алькін, Є.С. Мартинов)

- *Alkin A.O., Kovalenko O.A., Martynov E.S., Troshin S.M.* Impact-parameter analysis of TOTEM data at the LHC: Black disk limit exceeded. Phys.Rev. D, 2014, V. 89, 091501(R).

За допомогою ретельного аналізу експериментальних множинностей адронів знайдено нові незвичайні нерегулярності в різних термодинамічних величинах при хімічному фрізауті за енергій зіткнення ядер в системі центра мас 4,3–4,9 ГеВ/нукл. Найбільш визначними нерегулярностями є невідомий раніше стрибок числа ефективних степенів вільності в цьому вузькому інтервалі енергій, плато в енергетичній залежності числа термальних піонів на баріон і таке ж плато в залежності ентропії на баріон. В рамках моделі ударної адіабати стискання наведено аргументи, що всі ці нерегулярності з'являються завдяки формуванню кварк-глюон-адронної змішаної фази у ядро-ядерних зіткненнях. (К.О. Бугаєв, О.І. Іваницький)

- *Bugaev K.A., Ivanytskyi A.I., Oliinychenko D.R., Sagun V.V., Mishustin I.N., Rischke D.H., Satarov L.M., Zinovjev G.M.* Thermodynamically anomalous regions as a mixed phase signal. Phys. Part. Nucl. Lett. (accepted) arXiv:1405.3575 [hep-ph] 15 p.
- *Bugaev K.A., Ivanytskyi A.I., Oliinychenko D.R., Sagun V.V., Mishustin I.N., Rischke D.H., Satarov L.M., Zinovjev G.M.* Thermodynamically anomalous regions and possible new signals of mixed phase formation. arXiv:1412.0718[nucl-th].

В термінах сильноінтенсивних величини пояснено особливості флуктуацій кількості позитивно та негативно заряджених піонів внаслідок розпаду адронних резонансів. Проведено аналітичні та комп'ютерні розрахунки для ядро-ядерних зіткнень в статистичній моделі адрон-резонансного газу та транспортній релятивістській моделі UrQMD. (М.І. Горенштейн)

- *Begun V.V., Gorenstein M.I., Grebieszko K.* Strongly intensive measures for particle number fluctuations: effects on hadron resonances. arXiv:1409.3023[nucl-th].

У розвинутій нами моделі деформованого Бозе-газу, яка поєднує q -деформацію та квадратичну $\tilde{\mu}$ -деформацію і дає ефективний опис газу взаємодіючих складених бозонів (квазібозонів), раніше було отримано деформований віріальний розклад рівняння стану і кілька віріальних коефіцієнтів, залежних від $\tilde{\mu}$ і q . Тепер, через другий віріальний коефіцієнт ми вперше встановили прямий зв'язок параметрів деформації $\tilde{\mu}$ і q із параметрами взаємодії та складеності. Що стосується взаємодії, то цими параметрами є довжина розсіяння для деякого потенціалу та ефективний радіус взаємодії (чи фази розсіяння). Виявлено нову рису – появу залежності параметрів деформації $\tilde{\mu}$ і q від температури, чого не було в звичайних підходах до деформації моделі Бозе-газу. Знайдено розв'язання проблеми появи температури через узагальнення процедури деформації. (О.М. Гаврилик, Ю.А. Міщенко)

- *Gavrilik A.M., Mishchenko Yu.A.* Virial coefficients in $(\tilde{\mu}, q)$ -Bose gas model related to compositeness of particles and their interaction: Temperature-dependence problem. Phys. Rev. E, V. 47, 2014, 305304.

Раніше, з метою ефективного опису газу складених бозонів із взаємодією, нами було побудовано двопараметричну $\tilde{\mu}$, q -деформацію моделі Бозе-газу. Цього разу версію моделі $\tilde{\mu}$, q -Бозе газу введено через деформацію розподілів та кореляційних функцій. В даній моделі отримано явні вирази для одно- і двочастинкових функцій розподілу та для інтерсепта двочастинкової кореляційної функції (усі вони є функціями $\tilde{\mu}$ і q). Результати зображено графічно, а порівняння їх із даними для інтерсепта дво-піонних кореляцій, отриманими в експериментах STAR/RHIC з релятивістських ядро-ядерних зіткнень, показує якісне узгодження. (О.М. Гаврилик, Ю.А. Міщенко)

- *Gavrilik A.M., Mishchenko Yu.A.* Correlation function intercepts for $(\tilde{\mu}, q)$ -deformed Bose gas model implying effective accounting for interaction and compositeness of particles. arXiv:1411.5955 (submitted).

Доведено, що Фур'є-образ конформних блоків – спеціальних функцій, з яких складаються загальні n -точкові кореляційні функції у двовимірній конформній теорії поля – дає явний роз'язок задачі Рімана-Гільберта про побудову багатозначної аналітичної функції з наперед заданою $SL(2, \mathbb{C})$ -монодромією на сфері з n сингулярними точками. У випадку 4 сингулярних точок отриманий результат дає асимптотичну поведінку тау-функцій рівнянь Пенлеве. (М.З. Іоргов)

- *Iorgov N., Lisovyy O., Teschner J.* Isomonodromic tau-functions from Liouville conformal blocks. Commun. in Mathem. Physics, 2014, V. 333, Issue 1; DOI: 10.1007/s00220-014-2245-0

Вплив принципу Паулі на характер відносного руху легких ядер з надлишком нейтронів в процесі їхнього зіткнення досліджено в рамках мікроскопічного методу – алгебраїчної версії методу резонуючих груп – на прикладі ядерної системи ${}^6\text{He}+{}^4\text{He}$. Здійснено аналіз обумовлених оператором антисиметризації обмінних ефектів на кінетичну енергію відносного руху ядер. Показано, що вплив принципу Паулі на кінетичну енергію відносного руху ядра ${}^6\text{He}$ та альфа-частинки призводить до їхнього притягання для станів $L^\pi=0^+$. Інтенсивність останнього є достатньою для утворення зв'язаного стану або віртуального стану з дуже малою енергією в ядрі ${}^{10}\text{Be}$. (Ю.А. Лашко, Г.Ф. Філіппов)

Проведено експериментальні та теоретичні дослідження резонансних станів ядра ${}^6\text{He}$. Експерименти були виконані в Інституті ядерних досліджень НАН України. Резонансні стани були виявлені у спектрі на співпадіння протонів та альфа-частинок, які є продуктами чотиричастинкової реакції, ініційованої взаємодією альфа-частинок з ядрами ${}^3\text{H}$. Для теоретичного аналізу станів неперевного спектру ${}^6\text{He}$ було використано трикластерну мікроскопічну модель. Як відомо, ця модель добре описує резонансні стани трикластерного континууму. Експериментальними і теоретичними методами виявлено нові резонансні стани. Розраховано повну та парціальні ширини резонансних станів і встановлено домінуючі канали їхнього розпаду. Показано, що теоретичні та експериментальні параметри (енергія і ширина) резонансів в ${}^6\text{He}$ добре узгоджуються між собою. На прикладі 1^- резонансу показано як виникають резонанси у тричастинковому континуумі та за яких умов їх можливо спостерігати експериментальними і теоретичними методами. (В.С. Василевський)

- *Povoroznyk O. M., Vasilevsky V. S.* Spectrum of resonance states in ${}^6\text{He}$. Experimental and theoretical analysis. Ukr. J. Phys., 2015 (accepted).

Досліджено структуру дзеркальних ядер ${}^{10}\text{Be}$ і ${}^{10}\text{C}$ в рамках чотирикластерної моделі (дві альфа-частинки та два екстрануклоні). Запропоновано потенціали взаємодії між нуклонами та альфа-частинкою, а

також між альфа-частинками, які містять нелокальні доданки (відштовхування), для ефективного врахування принципу Паулі та узгодження існуючих експериментальних даних. На основі варіаційних розрахунків з контрольованою точністю розв'язано чотиричастинкову задачу і пояснено основні структурні характеристики ядер ^{10}Be і ^{10}C : передбачено зарядові формфактори та розподіли густини, досліджено парні кореляційні функції і імпульсні розподіли екстрануклонів та альфа-частинок в цих ядрах. (Б.Є. Гринюк, І.В. Симоног)

- *Гринюк Б. Е., Симоног И. В.* Структурные свойства четырехкластерных ядер ^{10}Be и ^{10}C . Ядерная физика, 2014, Т. 77, №3, 443-451.

На основі варіаційного принципу, з послідовним врахуванням парних кореляцій, для просторів вимірності більше або дорівнює двом показано, що відштовхувальні δ -потенціали є неефективними, тобто не впливають на спектр і інші фізичні спостережувані для систем декількох частинок із гамільтоніаном загального вигляду. Доведена теорема спростовує існуюче хибне уявлення про можливість врахування δ -точкової взаємодії в рамках теорії збурень. (І.В. Симоног, Б.Є. Гринюк, М.В. Кузьменко)

- *Симоног И. В., Гринюк Б. Е., Кузьменко М. В.* Про неефективність δ -потенціалів у багатовимірних просторах. УФЖ, 2014, Т. 59, №12.

Для двовимірних кулонівських систем типу симетричних тріонів ХХУ у варіаційному підході отримано симетричний та антисиметричний терми. Дано якісне пояснення діаграм стабільності та певних аномалій у двовимірному просторі на основі адіабатичного наближення Борна–Опенгаймера. Виконано аналіз отриманих для довільної вимірності простору асимптотик енергетичних термів на великих відстанях і запропоновано апроксимаційні формули для 2D термів. Встановлено аномальну залежність мультипольних моментів від вимірності простору у випадку сферично-симетричного поля. Проведено кількісне порівняння основних результатів для двовимірної і тривимірної задач двох кулонівських центрів. (І.В. Симоног, В.В. Михнюк, Ю.М. Бідасюк)

- *Симоног И.В., Михнюк В.В., Бідасюк Ю.М.* Енергетичні терми та діаграми стабільності для 2D задачі трьох заряджених частинок. УФЖ, 2014, Т. 59, № 4, 439-451.

Розроблено квантово-механічну теорію розсіяння нерелятивістських частинок зі спіном на проникному магнітному вихорі. (Ю.О. Ситенко)

- *Sitenko Yu.A.* The Aharonov-Bohm effect in scattering of nonrelativistic electrons by a penetrable magnetic vortex. Quantum Stud.: Math. Found. 2014, V. 1, 213-222.

На основі аналізу різниці енергій зв'язку дзеркальних ядер ^3H і ^3He встановлено зв'язок між величинами, що характеризують порушення зарядової симетрії ядерних сил в системах двох та трьох нуклонів. З використанням суто ядерних синглетних параметрів протон-протонного розсіяння розраховано

значення нейтрон-нейтронних довжини розсіяння та ефективного радіуса: $a_{nn} = -18.38(55)$ Фм, $r_{nn} = 2.84(4)$ Фм. Отримані значення низькоенергетичних характеристик нейтрон-нейтронного розсіяння узгоджуються із сучасними експериментальними даними. (В.А. Бабенко, Н.М. Петров)

- *Бабенко В.А., Петров Н.М.* Определение низкоэнергетических параметров нейтрон-нейтронного рассеяния из анализа разности энергий связи зеркальных ядер ^3H и ^3He . Ядерная Физика, 2014, Т. 77, № 5, 583-588.

Розроблено новий ефективний підхід до опису електричної поляризації квантових зв'язаних систем, що ґрунтується на введенні спеціальної функції, яка описує віртуальне розсіяння складових частинок поза енергетичною поверхнею. Метод застосовано для визначення електричних поляризованостей малочастинкових атомів і ядер. (В.Ф. Харченко)

- *Kharchenko V.F.* A new analytical solving for electric polarizabilities of hydrogen-like atoms. arXiv: 1410.7901 [physics: atom-ph] (submitted).

ФІЗИКА ТВЕРДОГО ТІЛА

Обчислено спінову холлівську провідність та термо-спіновий коефіцієнт у новому представнику діраківських матеріалів - силіцені. Показано, що стандартний формалізм Кубо для обчислення термопровідностей повинен бути доповнений включенням намагніченості для того, щоб виконувався третій закон термодинаміки. Це дозволило передбачити сильний спіновий ефект Нернста - спінтронний аналог звичайного ефекту Нернста-Етінгаузена - з нетривіальною залежністю від густини носіїв та прикладеного електричного поля у силіцені та інших діраківських матеріалах. (чл.-кор. НАН України В.П. Гусинін, С.Г. Шарапов)

- *Gusynin V.P., Sharapov S.G., and Varlamov A.A.* Anomalous thermospin effect in the low-buckled Dirac materials. Phys. Rev. B, 2014, V. 90, 155107.

Досліджено дво- та тришарові гетероструктури, що складаються з одиничного бар'єру та дотичних до нього однієї або двох потенціальних ям. Розглянуто режим нульової товщини для даних об'єктів та показано, що отримані у цій границі точкові взаємодії описуються сімейством діагональних матриць, які є підкласом цілого чотирипараметричного сімейства точкових взаємодій. Тунелювання крізь такі структури відсутнє майже усюди, окрім декількох точок, розташування яких контролюється зовнішньою напругою. Отримано аналітичні вирази для резонансного тунелювання через гетероструктури. (О. В. Золотарюк, Я.О. Золотарюк)

- *Zolotaryuk A.V., Zolotaryuk Y.A.* A zero-thickness limit of multilayer structures: a resonant-tunnelling d'-potential. J. Phys. A. (accepted)

Варіаційним методом досліджено властивості двоелектронної квантової точки у зовнішньому магнітному полі. З урахуванням кореляційних ефектів

знайдено спектр та власні стани двовимірної квантової точки у випадку параболічного потенціалу. Такі квантові точки можуть бути блоками в спіновій електроніці. (С.П. Кручинін)

- *Soldatov A.V., Bogolyubov N.N., Jr., Kruchinin S.P.* Proc. NATO ARW “Nanotechnology in the security systems”. Springer, 2014, 55-67.

Розраховано параметри центрів захоплення в шаруватій кристалічній матриці йодиду кадмію з нановключеннями йодиду свинцю. Встановлено зв’язок властивостей системи з типом кристалічної модифікації нановключень. Процеси міграції носіїв заряду в гетеросистемі були проаналізовані з врахуванням орієнтаційних ефектів. (Н.В. Голосковська)

- *Galchynsky O.V., Gloskovskaya N.V., Yarytska L.I.* Deep acceptor trapping centers in CdI₂-PbI₂ crystal system. Functional materials, 2014, V. 21, № 3, 243-246.

ФІЗИКА НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР

Запропоновано теорію збурень і діаграмну техніку для неупорядкованого металу, коли розсіяння квазічастинок на немагнітних домішках обумовлюється запізненою взаємодією. Дана теорія збурень узагальнює випадок пружного розсіяння в неупорядкованому металі. Рівняння Еліашберга для надпровідника s-типу узагальнюються для такого неупорядкованого матеріала. Показано, що за рахунок внесення домішок збільшується критична температура в надпровіднику і порушується теорема Андерсона. Посилення надпровідних властивостей є результатом нееластичних ефектів в розсіянні на даних домішках. (К.В. Григоришин, чл.-кор. НАН України Б.І. Лев)

- *Григоришин К.В.* Автолокалізовані стани надлишкового електрона в іонному кластері. УФЖ, 2014, Т. 59, №1, 58-68.
- *Grigorishin K. V.* Theory of s-wave superconductor containing impurities with retarded interaction with quasiparticles. Physica Scripta, 2014, V. 89, 115809
- *Grigorishin K.V., Lev B.I.* Toy model of superconductivity. arXiv:1411.5912.

Досліджено структурні властивості системи електронів на поверхні рідкого гелію за наявності зовнішнього електричного поля. Сформульовано загальний метод отримання функціоналу вільної енергії системи у наближенні середнього поля. Знайдено умови формування просторово періодичних структур електронів різної симетрії (трикутна, або квадратна ґратка) та структурного фазового переходу (акад. НАН України А.Г.Загородній, чл.-кор. НАН України Б.І.Лев, В.Б.Тимчишин).

- *Lev B.I., Ostroukh V.P., Tymchyshyn V.B. and Zagorodny A.G.* Statistical description of the system electrons on the liquid helium surface. Eur. Phys. J. B., 2014, V. 87, 253.

НАНОФІЗИКА І НАНОТЕХНОЛОГІЇ

Розроблено загальну теорію динаміки намагніченості криволінійних низькорозмірних феромагнітних наноструктур: одновимірних нанодротів та двовимірних оболонкок довільної форми. Показано, що кривизна призводить до появи в обмінній енергії магнетика додаткових складових, які мають вигляд ефективних анізотропії та взаємодії Дзялошинського. (Ю.Б. Гайдідей, В.П. Кравчук)

- *Gaididei Y.B., Kravchuk V. P., Sheka D.D.* Curvature effects in thin magnetic shells. *Phys. Rev. Lett.*, 2014, V. 112, 257203.

Досліджено механізми формування струму і електролюмінесценції в системі “електрод-фотохромна молекула-електрод” за умов, коли електричне поле прикладено як до електродів, так і окремо до молекули. Показано, що виникнення струму та електролюмінесценції в зарядово нейтральній молекулі зумовлено стрибковим та тунельним механізмами переносу електронів. Знайдено умови резонансної трансмісії електронів крізь молекулу, за яких струм крізь молекулу, а також електролюмінесценція стають найбільш ефективними. (чл.-кор. НАН України Е.Г. Петров, О.Л. Капітанчук, В.О. Леонов, Є.В. Шевченко)

- *Petrov E.G., Marchenko A.A., Kapitanchuk O.L., Katsonis N., Fichou D.* Conductance mechanism in a linear non-conjugated trimethylsilyl-acetylene molecule: tunneling through localized states. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 2014. V. 589, 3-17.
- *Леонов В.О., Шевченко Є.В., Петров Е.Г.* Формування електролюмінесценції в системі електрод-молекула-електрод. *УФЖ.* 2014, Т. 59, № 6, 629-640.

Методом функціоналу густини для терфенілтіазол-похідної молекули діарилетену досліджено зміни структурних та електронних характеристик внаслідок конформаційного фотоперемикання (закритий/відкритий стан), розраховано енергетичні бар'єри переходів між станами. Показано, що наявність молекулярного оточення може суттєво вплинути на висоту бар'єрів перехідного стану. Обґрунтовано ефект контрольованого електричним полем перемикання окремої молекули в моношарі, що спостерігається в експерименті. (О.Л. Капітанчук)

- *Snegir S.V., Yu P., Maurel F., Kapitanchuk O.L., Marchenko A., Lacaze E.* Switching at the nanoscale: light- and STM-tip-induced switch of a thiolated diarylethene self assembly on Au(111). *Langmuir*, 2014, V. 30, No. 45, 13556-13563.

Досліджено механізм формування перехідних струмів через окрему молекулу, розміщену між двома металевими електродами, до яких прикладена змінна у часі різниця потенціалів у вигляді одного чи послідовності коротких імпульсів. Розраховано перехідні та усереднені за часом струми та досліджено вплив релаксаційних процесів на їхнє формування. На основі таких розрахунків

запропоновано метод визначення часу релаксації в молекулярній системі. (Я.Р. Зелінський)

- *Zelinsky Y., May V.* Charge transmission through a molecular junction: Voltage pulse induced transient currents. *Chem. Phys.*, 2014, V. 439, 17-29.

Запропоновано метод контролю релаксаційних переходів у квантовій системі за допомогою стохастичних полів, що створюються макроскопічним середовищем за врахування термодинамічних флуктуацій положень енергетичних рівнів. Шляхом усереднення стохастичного рівняння Ліувілля для матриці густини усієї системи знайдено керуюче кінетичне рівняння для ймовірностей заселення станів квантової системи, а також відповідні усереднені швидкості переходів між її станами. Показано, що швидкості переходів дозволяють єдиним чином описувати кінетичні процеси у наноскопічних системах як у випадку температурно незалежних переходів, так і в арреніусовському режимі, який реалізується для температурно активованих переходів. (В.І. Тесленко, чл.-кор. НАН України Е.Г. Петров)

- *Teslenko V.I., Petrov E.G.* Regularization of environment-induced transitions in functional nanoscopic systems. *Journal of Physics and Astronomy* (in press).

В рамках моделі класичного кулонівського кластера з утримуючим потенціалом, що породжується однорідним циліндричним фоном, передбачено існування спіральних шарових структур зарядів. Шари розміщуються на осі циліндра перпендикулярно до осі. Показано, що самоорганізація зарядів у подібні структури та їхній розподіл в межах структур регулюються кулонівськими бар'єрами між шарами, точний профіль яких визначається геометричними та зарядовими параметрами кластера (С.Я. Горощенко).

- *Goroshchenko S.Ya.* Layered structures of charges in classical Coulomb clusters. Summer school and International research and practice conference "Nanotechnology and nanomaterials". Lviv, 2014. Book of abstracts. P. 161.

Вивчено чутливість частоти поверхневого плазмонного резонансу у витягнутих та сплюснутих металевих наночастинках до показника заломлення середовища, в якому розміщена частинка, форми частинки та температури. З'ясовано вплив фактору дисипації на плазмонний резонанс. Запропоновано підхід для визначення оптимальної форми сфероїдальної частинки щодо досягнення максимальної чутливості. Знайдено, що відношення чутливості до півширини резонансної лінії в залежностях від показника заломлення та радіусу наночастинки має осциляційний характер. Обчислення проілюстровано на прикладі наночастинок К, Na та Ag. (М.І. Григорчук)

- *Grigorchuk M.* Sensitivity of surface plasmon resonances in spheroidal metal nanoparticles. *Eur. Phys. J. B*, 2014, V. 87, 252.
- *Grigorchuk M.* Plasmon resonance sensitivity in fine metal particle. *Cond. Matt. Phys.*, 2014, V. 17, 13701.

Запропоновано обчислювальний підхід, придатний, зокрема, для розрахунків властивостей малих фулеренів C_{20} і C_{28} . Показано, що інкапсуляція He_2 всередині фулеренів C_{20} , C_{28} та бакмінстерфулерена C_{60} має цікаву квантову поведінку, що призводить до He-He зв'язування на більш коротких, ніж ван-дер-ваальсові, відстанях. Розроблено обчислювальну модель інтерпретації цього зв'язування. Гіпотеза існування $He_2@C_{60}$ підтверджується розрахованим УФ-спектром поглинання та його порівнянням із спектром C_{60} . (Є.С. Крячко)

- *Nikolaienko T. Yu., Kryachko E.S.* Formation of dimers of light Noble atoms under encapsulation within fullerene's voids. *Nanoscale Res. Lett.*, 2015, (in press).

На основі аналітичного розв'язку рівняння Шредінгера у наближенні сильного зв'язку одержано явні аналітичні вирази для функцій Гріна фенантренових вуглецевих нанотрубок і зигзагоподібних нанострічок графену. Одержані результати використані для аналізу квантової провідності, електронної структури і транспортних властивостей вуглецевих нанотрубок і графену (Л.І. Малишева).

- *Malysheva L.* Explicit expressions for the Green's functions of bounded armchair nanotubes and zigzag nanoribbons. *Physica Status Solidi B*, 2014, V. 251, 1028-1033.

ФІЗИКА М'ЯКОЇ РЕЧОВИНИ

Теоретично передбачено формування періодичних структур, індукованих поверхнею зразка в системі колоїдних частинок в обмеженому рідкому кристалі. Пояснено формування 3D вимірних структур в системі дипольних колоїдних частинок в нематичногму рідкому кристалі. Побудовано теорію взаємодії малих колдоїдних частинок в холестеричному рідкому кристалі. (чл.-кор. НАН України Б.І. Лев, О.М. Товкач)

- *Chernyshuk S. B., Tovkach O. M. and Lev B. I.* Surface-induced structures in nematic liquid crystal colloids. *Phys.Rev. E*, 2014, V. 90, 020502(R).
- *Chernyshuk S. B., Tovkach O. M. and Lev B. I.* Elastic octopoles and colloidal structures in nematic liquid crystals. *Phys. Rev. E*, 2014, V. 89, 032505.
- *Lev B. I., Jun-ichi Fukuda, Tovkach O. M. and Chernyshuk S. B.* Interaction of small spherical particles in confined cholesteric liquid crystals. *Phys. Rev. E*, 2014, V. 89, 012509.

Досліджено вплив температури на направлений рух солітонів під дією періодичної у часі, з середнім нульовим значенням, сили, що має місце у молекулярних ланцюжках з порушеною інверсною симетрією. Показано, що температура поліпшує умови направленого руху – з її зростанням зменшується порогове значення амплітуди зовнішнього поля, вище якого починається направлений рух солітонів. Температура зменшує також нижнє критичне значення періоду зовнішнього поля. Виявлено, що існує інтервал температур, де швидкість дрейфа солітонів більша, ніж при нульовій температурі, і продемонстровано наявність стохастичного резонансу, тобто певної

температури, коли направлений солітонний дрейф є максимальним. (Л.С. Брижик, О.О. Єремко)

- *Brizhik L.S., Eremko A.A., Piette B.M.A.G., Zakrzewski W.J.* Thermal enhancement and stochastic resonance of polaron ratchets. *Phys. Rev. E*, 2014, V. 89, Issue 6, 062905.

Запропоновано механізм порогових деформацій поліморфної макромолекули та дано інтерпретацію ефекту надрозтягування подвійної спіралі ДНК. Показано, що поліморфна макромолекула крім пружного має додаткові механізми деформації, індуковані її конформаційними змінами. За критичного значення діючої сили, деформація макромолекули набуває порогового характеру завдяки утворенню бістабільного конформаційного стану та динаміці доменів зі структурою розтягнутої макромолекули. (С.Н. Волков)

- *Volkov S.N.* Mechanism of threshold deformation in the DNA-type macromolecule. *Phys. Rev. E* (accepted).

Побудовано модель функціонування гістерезисного ферменту з урахуванням структурної дифузії фермент-субстратного комплексу. Показано, що внаслідок нелінійного структурно-функціонального зв'язку (пониження вільної енергії комплексу за рахунок повільної структурної релаксації) швидкість ферментативної реакції може відповідати різним режимам (від гіперболічного до сігмоїдного/тригерного насичення, субстратного інгібування та ін.) в залежності від характеристик розчинника та структурної рухливості комплексу. (Л.М. Христофоров)

- *Christophorov L.N.* Proteins as nanomachines: Hysteretic enzymes revisited. *Springer Proceedings in Physics*, 2014, V. 156, 223-232.

Отримано точні аналітичні вирази для багатоінтервальної густини ймовірностей для довжин вихідних міжімпульсних інтервалів та доведено немарковість вихідного потоку гальмівного зв'язуючого нейрону з рефракцією і затриманим зворотнім зв'язком. Описано розподіл ймовірності довжин вихідних міжімпульсних інтервалів для інтегруючого нейрона з втратами стимульованого процесом Пуассона. (О.К. Відибіда, К.Г. Кравчук)

- *Kravchuk K.G., Vidybida A.K.* Non-Markovian spiking statistics of a neuron with delayed feedback in presence of refractoriness, *Mathematical Biosciences and Engineering*, 2014, V. 11(1), 81-104.
- *Vidybida A.K.* Binding Neuron, In: Mehdi Khosrow-Pour (ed). *Encyclopedia of information science and technology*, Third Edition, IGI Global, Hershey PA, 2014, 1123-1134. <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-4666-5888-2.ch107>
- *Відибіда О.К.* Вихідний потік інтегруючого нейрона з втратами, *ДАН України*, № 12, 2014, 18-23.

За допомогою математичної моделі циклу Кребса досліджено залежність циклічності метаболічного процесу від величини кінцевого продукту окислення і від рівня утворюваного вуглецевого газу. Кратність циклу подвоюється відповідно до сценарію Фейгенбаума, поки в кінці кінців не виникнуть

аперіодичні режими дивних атракторів, з яких в результаті самоорганізації виникають стійкі періодичні режими. Розраховано повні спектри показників Ляпунова та дивергенції для різних режимів. Для дивних атракторів розраховано КС-ентропії, “горизонти передбачуваності” і ляпуновські розмірності атракторів. (В.Й. Грицай)

- *Grytsay V.I., Musatenko I.V.* Self-organization and chaos in the metabolism of a cell. *Biopolymers and Cell*, 2014, V. 30, No. 5, 404-409.
- *Grytsay V., Musatenko I.* Nonlinear self-organization dynamics of a metabolic process of the Krebs cycle, *Chaotic Modeling and Simulation*, 2014, V. 3, 207-220.

АСТРОФІЗИКА ТА КОСМОЛОГІЯ

Ідентифіковано слабку лінію на енергії $E \sim 3.5$ кеВ в рентгенівському спектрі галактики Андромеди, центральної частини нашої Галактики та скупчення галактик Персея – об’єктів, домінованих темною матерією, які довго спостерігалися космічною рентгенівською обсерваторією ХММ-Newton. Нова лінія не була відомою раніше в спектрах галактик або скупчень галактик. Хоча нова лінія є слабкою, вона стає яскравішою в напрямку до центру космічних об’єктів, є сильнішою для скупчення галактик Персея, ніж для галактики Андромеди, і відсутня в дуже глибокому спостереженні «чистого неба». Хоча для індивідуальних об’єктів складно виключити можливість, що нова лінія є наслідком інструментального ефекту або виникає внаслідок переходу в атомних спектрах з аномальною світністю, спостереженні параметри лінії можуть бути пояснені розпадом частинок темної матерії. Зокрема, інтерпретація нової лінії як лінії розпаду темної матерії повністю узгоджується з усіма наявними даними спостережень. Подальші детектування або не-детектування нової лінії в рентгенівських спектрах космічних об’єктів допоможе визначити її природу. (Д.А. Якубовський).

- *Boyarsky A., Ruchayskiy O., Iakubovskiy D., and Franse J.* An unidentified line in X-ray spectra of the Andromeda galaxy and Perseus galaxy cluster. *Phys. Rev. Lett.*, 2014, V. 113, 251301.
- *Boyarsky A., Franse J., Iakubovskiy D., and Ruchayskiy O.* Checking the dark matter origin of 3.53~keV line with the Milky Way center. *Phys. Rev. Lett.* arXiv:1408.2503 (submitted).

На основі точних рівнянь квантової геометродинаміки, що описують однорідний та ізотропний всесвіт, дано пояснення причини зміни темпу розширення всесвіту від уповільнення до прискорення та навпаки. Показано, що темний сектор матерії-енергії може свідчити про наявність досі невідомих сил квантової природи, що діють у всесвіті. Запропонована модель пояснює з єдиних позицій прискорене розширення (інфляцію) в ранньому всесвіті та наступний перехід з уповільненого розширення до розширення всесвіту із прискоренням. Показано, що зміна знаку квантової поправки до тиску генерує первинні флуктуації густини енергії (В.Є. Кузьмичов, В.В. Кузьмичов).

- *Kuzmichev V.E., Kuzmichev V.V.* The expanding universe: change of regime.

arXiv:1406.1297 [gr-qc]. (submitted)

- *Kuzmichev V.E., Kuzmichev V.V.* Quantum corrections to gravity in the expanding universe. arXiv: 1411.5466 [gr-qc] (submitted).

ФІЗИКА ПЛАЗМОВИХ ПРОЦЕСІВ

Досліджено дифузію частинок у полі хвилі з випадковими стрибками фази. Показано, що така хвиля вступає в резонансну взаємодію з більшою кількістю частинок плазми, ніж регулярна хвиля, і тому може застосовуватись для їхнього прискорення та нагрівання. Методом числового моделювання розраховано еволюцію статистичних характеристик ансамблю частинок у хвилі з різною природою стрибків фази. Виявлено істотну залежність інтенсивності нагрівання частинок від характеру стрибків фази. (В.І. Засенко, акад. НАН України А.Г. Загородній, О.М. Черняк).

- *Zasenko V.I., Zagorodny A.G., Chernyak O.M.* Particle diffusion in a wave with randomly jumping phase. Problems of atomic science and technology (accepted).

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

В рамках теорії економічної рівноваги запропоновано механізм явища рецесії. Описано структуру станів економічної рівноваги в залежності від структури власності та пропозиції і попиту в економічній системі. Доведено теорему про взаємно однозначну відповідність між станом економічної рівноваги, за якого на частину товарів сукупний попит менше пропозиції та кратністю виродження рівноважного стану. Показано, що за такого стану економічної рівноваги не відбувається реалізації надлишково запропонованої сукупності товарів. За умови, що така сукупність стає критичною, відбувається девальвація національної валюти та падіння вартості активів. Введено критерій такої критичності. Запропоновану модель застосовано до аналізу стану української економіки на підставі даних міжгалузевого балансу за 2011р. Виявлено, що в 2011р. економіка України перебувала в стані глибокої рецесії.

- *Гончар Н.С., Жохин А.С., Козырский В.Г.* О механизме явления рецессии, Проблемы управления и информатики. (подано до друку)

КОМП'ЮТЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Забезпечено надійну роботу та розвиток кореневих грид-сервісів для функціонування грид-інфраструктури України (NGI-UA) як частини EGI.eu та розгортання нових грид-сервісів для її подальшого розвитку та інтеграції європейської і світової грид-інфраструктури. (С.Я. Свістунів)

У співпраці з фахівцями ДУ «Інститут ядерної медицини та променевої діагностики НАМН України» розроблено грид-застосування для діагностики характеру та ступеню уражень на основі пошуку кластерів зі сталим рівнем

внутрішніх взаємозв'язків при оцінці діагностичних даних, отриманих на УЗП, КТ, МРТ. Розроблені грид додатки були інтегровані в Web-портал доступу до грид (Virtual Imaging Platform), що дає змогу забезпечити наукову підтримку розробки практичних рекомендацій щодо вдосконалення лікувального процесу. (С.Я. Свістунов)

Проведено дослідження існуючих методів і програмного забезпечення для побудови об'єднаної інфраструктури для розподілених обчислень, яка складається з традиційної грид-інфраструктури та хмарної інфраструктури з можливістю забезпечення зручного інтерфейсу доступу користувача до ресурсів та підвищення продуктивності їхнього використання. Побудовано типову хмарну інфраструктуру для організації наукових обчислень на базі обчислювального кластеру Інституту теоретичної фізики ім.М.М.Боголюбова з використанням програмної системи OpenStack. (С.Я. Свістунов)

НАУКОВО-ОСВІТНІЙ ЦЕНТР

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. Основою діяльності Центру є реалізація неперервної системи 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 та університетів, які ведуть дослідження з теоретичної та математичної фізики.

У 2014 році для школярів організовано та проведено цикл з 9 науково-популярних лекцій з сучасних досягнень фундаментальної фізики у фізико-математичних ліцеях Києва; регулярно проводились факультативи з фізики та математики для школярів фізико-математичних ліцеїв Києва; проведено та фінансово підтримано дві командні олімпіади, присвячені експерименту, для школярів фізико-математичних ліцеїв Києва.

Для студентів 1-го, 2-го та 3-го курсів фізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка проведено три цикли факультативних семінарів з теоретичної фізики та вищої математики. Семінари відвідувало близько 50 студентів. Регулярно проводилися наукові студентські семінари з математичної фізики для студентів 4-го та 5-го курсів, керівник – доктор фіз.-мат. наук М.З. Іоргов.

Проведено Школу для студентів та молодих вчених з математичної фізики «Інтегровність в сучасній квантовій теорії поля» спільно з Фізичним інститутом ім. П.М. Лебедева РАН. Москва, 3–9 лютого 2014 р.

В рамках Боголюбовської програми ОІЯД-Україна було проведено низку заходів для студентів фізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка:

- Дванадцята Міжнародна школа з теоретичної та математичної фізики для обдарованої молоді. ОІЯД, Дубна, 1-10 травня 2014 р.

- Школа-семінар з фізики конденсованого стану «Теорія квантових контактів та кулонівської блокади». Київ, ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України, 8-10 листопада 2014 р.
- Школа-семінар з фізики конденсованого стану «Теорія перколяції та фракталів». Київ, ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України, 3-5 листопада 2014.
- Школа-семінар з математичної фізики « $N=2$ SUSY калібрувальна теорія поля та AGT- відповідність». Київ, ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України, 24-26 жовтня 2014 р.

НАУКОВІ ПУБЛІКАЦІЇ

Монографії та підручники: 5

- *Загородний А.Г., Черемных О.К.* Введение в физику плазмы. Киев. Наукова думка, 2014. – 696 с.
- *Загородний А.Г., Боровська О.М., Свістунов С.Я., Сініцин І.П., Є.С. Родін.* Створення системи захисту інформаційних ресурсів у національній грид-інфраструктурі України. Київ. Сталь, 2014. – 374 с.
- *Вонса J., Kruchinin S.* (Eds.). Nanotechnology in the security systems. Proceedings of NATO ARW, Springer, 2014. – 285p.
- *Джежеря Ю.І., Решетняк С.О., Кручинін С.П.* Теорія поля. Розв'язання задач. Навчальний посібник. Київ. НАУ, 2014. – 160с.
- *Посудін Ю., Грицай В.* Біофізика водного середовища. Київ. НУБіП України, 2014. – 127 с.

Статті в журналах: 191

в українських журналах – 41,
в іноземних журналах – 150.

ПРЕМІЇ І НАГОРОДИ

Державна премія України в галузі науки і техніки 2013 року

Білоколос Є.Д., Брижик Л.С., Голод П.І., Золотарюк О.В., Золотарюк Я.О., Іванов Б.О., Ківишар Ю.С., Ковальов О.С., Колежук О.К., Ямпольський В.О. — За цикл робіт «Нелінійні хвилі та солітони у фізиці конденсованого середовища». (наказ Президента України від 23 серпня 2014 року)

Премія НАН України імені О.С. Давидова

Лев Б.І., Гайдідей Ю.Б., Стасюк І.В. — За цикл робіт «Теорія динамічних та стохастичних властивостей конденсованих систем з конкуруючими взаємодіями».

Премія Президента України для молодих вчених за 2014

Власій Н.Д., Гамаюн О.В., Слободенюк А.О., Кухтарук С.М. — За цикл робіт «Особливості електронних властивостей низьковимірних провідних систем у зовнішніх полях».

КОНФЕРЕНЦІЇ

- Семінар «Проблеми теоретичної фізики» присвячений пам'яті О.Г. Ситенка. Київ, 14 лютого 2014 р.
- Семінар присвячений 75-річчю від дня народження А.У. Клімика. Київ, 15 квітня 2014 р.
- 6-th International Conference “Physics of Liquid Matter: Modern Problems” (PLMMP-2014). Kyiv, 23-27 May 2014.
- Міжнародна конференція з фізики плазми та керованого термоядерного синтезу. Харків, 15-18 вересня 2014 р.
- Семінар «Проблеми статистичної фізики та фізики рідин» присвячений 70-річчю від дня народження В.Я. Антончека. Київ, 17 вересня 2014р.
- School and Workshop “New Trends in High-Energy Physics and QCD”. Natal, Brazil, October 21 - November 6, 2014.
- Young scientists conference “Problems of Theoretical Physics” dedicated to 105-th anniversary of M.M. Bogolyubov. Kyiv, November 25–27, 2014.
- Давидовські читання. Київ, 29 грудня 2014 р.

FUNDAMENTAL INTERACTIONS AND MICROSCOPIC STRUCTURE OF MATTER

By studying quark ensembles with infinite correlation length we formulate the quantum field theory model that, as we show, is exactly integrable and develops an instability of its standard vacuum ensemble (the Dirac sea). We argue such an instability is rooted in high ground state degeneracy (for 'realistic' space-time dimensions) featuring a fairly specific form of energy distribution, and with the cutoff parameter going to infinity this inherent energy distribution becomes infinitely narrow and leads to large (unlimited) fluctuations. (Corr. Member of the NAS of Ukraine G.M. Zinovjev)

- *Molodtsov S.V., Zinovjev G.M.* Quark ensembles with infinite correlation length. JETP, 2015, V. 147, 1-15.

It is found that the phenomenological hydrodynamic approximation of relativistic nucleus-nucleus collisions can be represented as the effective theory for slow and long wave-length modes of isolated quantum systems formed at the collisions. Within this approach the evolution of energy-momentum tensor for long wave-length subsystem is analysed in scalar field theory, and it is found that the tensor approaches to the energy-momentum tensor of effective viscous liquid. (S.V. Akkelin, Yu.M. Sinyukov).

- *Akkelin S.V., Sinyukov Yu.M.* Entanglement of scales as a possible mechanism for decoherence and thermalization in relativistic heavy ion collisions. Phys.Rev. C, 2014, V. 89, 034910.

The elastic proton scattering data for energies from 19 GeV up to 7 TeV (TOTEM experiment at LHC) have been analyzed. "Experimental" data and errors for elastic scattering amplitude in the impact-parameter representation are extracted from the data on differential cross section. The new effect has been found. At the LHC energy the impact amplitude for the first time exceeded the black disk limit. This result, if confirmed at higher energies, will have important consequences for many existing models as well as for an actual understanding the high energy dynamics of hadron elastic scattering. (E.S. Martynov, A.O. Alkin)

- *Alkin A.O., Kovalenko O.A., Martynov E.S., Troshin S.M.* Impact-parameter analysis of TOTEM data at the LHC: Black disk limit exceeded. Phys.Rev. D, 2014, V. 89, 091501(R).

Using the through analysis of experimental hadronic multiplicities measured in the central nuclear collisions, at chemical freeze-out we found the novel peculiar irregularities of various thermodynamic quantities at the center of mass collision energies 4,3–4,9 GeV/nucl. The most remarkable irregularities are an unprecedented jump of the number of effective degrees of freedom observed in this narrow energy range and the plateaus in the collision-energy dependence of the entropy per baryon, total pion number per baryon, and thermal pion number per baryon at laboratory energies 6.9-11.6 AGeV. Within the compression shock-adiabat model we

demonstrate that these irregularities are caused by a formation of the quark-gluon-hadron mixed phase in nucleus-nucleus collisions. (K.A. Bugaev, O.I. Ivanytskyi)

- *Bugaev K.A., Ivanytskyi A.I., Oliinychenko D.R., Sagun V.V., Mishustin I.N., Rischke D.H., Satarov L.M., Zinovjev G.M.* Thermodynamically anomalous regions as a mixed phase signal. Phys. Part. Nucl. Lett. (accepted) arXiv:1405.3575 [hep-ph] 15 p.
- *Bugaev K.A., Ivanytskyi A.I., Oliinychenko D.R., Sagun V.V., Mishustin I.N., Rischke D.H., Satarov L.M., Zinovjev G.M.* Thermodynamically anomalous regions and possible new signals of mixed phase formation. arXiv:1412.0718[nucl-th].

The strongly intensive measures are used to calculate effects appeared due to decays of hadronic resonances for particle number fluctuations of positively and negatively charged pions. Both analytical and computer numerical calculations have been done for nucleus-nucleus collisions in the statistical hadron-resonance gas model and in the relativistic transport UrQMD model. (M.I. Gorenstein)

- *Begun V.V., Gorenstein M.I., Grebieszko K.* Strongly intensive measures for particle number fluctuations: effects on hadron resonances. arXiv:1409.3023[nucl-th] (submitted).

We establish the relation of the second virial coefficient of certain $(\tilde{\mu}, q)$ -deformed Bose gas model, recently proposed by us, to the interaction and compositeness parameters when either of these factors is taken into account separately. The deformation parameter relative to interaction, is now linked directly with the scattering length for some potential, and the effective radius of interaction (in general, with scattering phases). A novel feature is found: the appearance of temperature dependence in the deformation parameters $\tilde{\mu}$ and q , absent in the previous approaches to deformed Bose gas models. The problem of temperature dependence is analyzed in detail and its possible solution is proposed. (A.M. Gavrilik, Yu.A. Mishchenko)

- *Gavrilik A.M., Mishchenko Yu.A.* Virial coefficients in $(\tilde{\mu}, q)$ -Bose gas model related to compositeness of particles and their interaction: Temperature-dependence problem. Phys. Rev. E, V. 47, 2014, 305304.

Formerly, for an effective description of the gas of composite bosons with interaction, we have designed two-parameter $\tilde{\mu}, q$ -deformation of the Bose gas model. Now, similar $\tilde{\mu}, q$ -Bose gas model is developed through deforming the distributions and correlation functions. In this model, the explicit expressions for one- and two-particle distribution functions and for the intercept of two-particle correlation function are obtained: all depending on $\tilde{\mu}$ and q . The results are presented on graphics, and confronting them with data for $\pi\pi$ -correlations extracted in the STAR/RHIC experiments on heavy ion collisions show qualitative agreement. (A.M. Gavrilik, Yu.A. Mishchenko)

- *Gavrilik A.M., Mishchenko Yu.A.* Correlation function intercepts for $(\tilde{\mu}, q)$ -deformed Bose gas model implying effective accounting for interaction and compositeness of particles. arXiv:1411.5955 (submitted).

It is proven that the Fourier transform of the conformal blocks (which are special functions related to general n -point correlation functions of two-dimensional conformal field theory) gives the explicit solution of the Riemann-Hilbert problem of constructing multi-valued analytic function with prescribed $SL(2, \mathbb{C})$ -monodromy on Riemann sphere with n punctures. In the case of 4 punctures, the obtained result yields asymptotic behavior of tau-functions of Painleve equations. (N. Iorgov)

- *Iorgov N., Lisovyy O., Teschner J.* Isomonodromic tau-functions from Liouville conformal blocks. Commun. in Mathem. Physics, 2014, V. 333, Issue 1; DOI: 10.1007/s00220-014-2245-0

Influence of the Pauli principle on the relative motion of light neutron-rich nuclei in their collision is investigated within the microscopic method – an algebraic version of resonating-group-method – using as an example ${}^6\text{He}+{}^4\text{He}$ nuclear system. Antisymmetrization effects related to the kinetic energy of the relative motion of colliding nuclei are analyzed. The influence of the Pauli principle on the kinetic energy of the relative motion of the ${}^6\text{He}$ nucleus and an alpha-particle is shown to result in their attraction for the $L^\pi=0^+$ states. The strength of such attraction is high enough to ensure the existence of a bound state or a low-energy virtual state in the ${}^{10}\text{Be}$ nucleus. (Yu. A. Lashko, G. F. Filippov)

Investigation of ${}^6\text{He}$ resonance states was carried out by experimental and theoretical methods. Experiments were performed at the Kiev Institute of Nuclear Research of the National Academy of Sciences of Ukraine. Resonance states were detected from the coincidence spectrum of protons and alpha-particles, which are products of the four-particle reaction, initiated by interaction of alpha-particles with ${}^3\text{H}$ nuclei. For theoretical analysis of ${}^6\text{He}$ continuous spectrum states, a microscopic three-cluster model was used. It was shown repeatedly, that this model is very suitable for investigation of the three-cluster continuum. New resonance states in ${}^6\text{He}$ were found by experimental and theoretical methods. Total and partial widths were determined, and the dominant decay channels of the resonances were established. It was demonstrated that theoretical values of energy and width of resonance states in ${}^6\text{He}$ are in good agreement with experimental ones. By using the 1^- resonance state as an example, it was shown how resonances appear in the three-cluster continuum and how they can be observed by experimental and theoretical methods. (V.S. Vasilevsky)

- *Povoroznyk O. M, Vasilevsky V. S.* Spectrum of resonance states in ${}^6\text{He}$. Experimental and theoretical analysis. Ukr. J. Phys., 2015 (accepted).

The structure of mirror nuclei ${}^{10}\text{Be}$ and ${}^{10}\text{C}$ is studied within a four-particle model (two alpha-particles plus two extra nucleons). Interaction potentials between a nucleon and an alpha-particle, as well as that between alpha-particles are proposed with non-local repulsive terms – in order to take into account the Pauli principle in a phenomenological way, and to reach a concordance with the experimental data. In the

framework of variational calculations, the four-particle problem is solved with controlled accuracy, and the main structure characteristics of ^{10}Be and ^{10}C nuclei are explained: the charge form factors and density distributions are predicted, the pair correlation functions and the momentum distributions both of extra nucleons and of alpha-particles in these nuclei are studied. (B.E. Grinyuk, I.V. Simenog)

- *Grinyuk B.E., Simenog I.V.* Structural properties of the ^{10}Be and ^{10}C four-cluster nuclei. *Physics of Atomic Nuclei*, 2014, V. 77, No. 4, 415-423.

On the basis of variational principle, with complete account of pair correlations, the repulsive δ -potentials are shown to be inefficient (i.e. they do not make any influence on the spectrum and other physical observables) at a dimension of the space greater than or equal to 2. The proved theorem refutes the existing misconception about a possible treating of the δ -potentials within the perturbation theory. (I.V.Simenog, B.E.Grinyuk, M.V.Kuzmenko).

- *I.V.Simenog, B.E.Grinyuk, M.V.Kuzmenko.* On inefficiency of repulsive δ -potentials in multidimensional spaces. *Ukr.J.Phys*, 2014, V. 59, No. 12, 1177-1182.

Symmetric and antisymmetric terms have been obtained in the framework of the variational approach for two-dimensional Coulomb systems of symmetric triions XXY . Stability diagrams and certain anomalies arising in the 2D space are explained qualitatively in the framework of the Born–Oppenheimer adiabatic approximation. The asymptotics of energy terms at large distances obtained for an arbitrary space dimensionality are analyzed, and some approximation formulas for 2D terms are proposed. An anomalous dependence of multipole moments on the space dimensionality has been found in the case of a spherically symmetric field. The main results obtained for the 2D and 3D problems of two Coulomb centers are compared. (I.V. Simenog, V.V. Mikhnyuk, Yu.M. Bidasyuk)

- *I.V. Simenog, V.V. Mikhnyuk, Yu.M. Bidasyuk.* Energy Terms and Stability Diagrams for the 2D Problem of Three Charged Particles. *Ukr. J. Phys.*, 2014, V. 59, No. 4, 439-451.

The quantum-mechanical theory is developed for the case of scattering of non-relativistic particles with spin on permeable magnetic vortices. (Yu.A. Sitenko)

- *Sitenko Yu.A.* The Aharonov-Bohm effect in scattering of nonrelativistic electrons by a penetrable magnetic vortex. *Quantum Stud.: Math. Found.* 2014, V. 1, 213-222.

We establish relationship between the physical quantities that characterize charge symmetry breaking of nuclear forces in the two- and three-nucleon systems. The treatment is based on the analysis of the difference between the binding energies of mirror nuclei ^3H and ^3He . By making use of the singlet “nuclear” proton-proton scattering parameters we obtain the following values for the neutron-neutron scattering length and effective range: $a_{nn} = -18.38(55)\text{fm}$, $r_{nn} = 2.84(4)\text{fm}$. Calculated values of these quantities appear to be in reasonable agreement with the experimental results. (V.A. Babenko, N.P. Petrov)

- *Бабенко В.А., Петров Н.М.* Определение низкоэнергетических параметров нейтрон-нейтронного рассеяния из анализа разности энергий связи зеркальных ядер ^3H и ^3He . *Ядерная Физика*, 2014, Т. 77, № 5, 583-588.

A new efficient approach to description of electric polarization of a quantum bound system has been developed that is based on introducing a special scattering function off the energy shell. This method has been applied to determination of electric polarizabilities of few-body atoms and nuclei. (V.F. Kharchenko)

- *Kharchenko V.F.* A new analytical solving for electric polarizabilities of hydrogen-like atoms. arXiv: 1410.7901 [physics: atom-ph] (submitted).

SOLID STATE PHYSICS

The spin Hall conductivity and thermo-spin coefficient is calculated for silicene –a bright representative of Dirac materials. It is shown that the standard Kubo formalism has to be altered by including the effective magnetization in order to satisfy the third law of thermodynamics. A strong spin Nernst effect (spintronic analog of the usual Nernst-Ettinghausen effect) with nontrivial dependences on the carrier concentration and electric field applied is predicted to exist in silicene and other low-buckled Dirac materials. (Corr. Member of the NAS of Ukraine V.P. Gusynin, S.G. Sharapov)

- *Gusynin V.P., Sharapov S.G., and Varlamov A.A.* Anomalous thermospin effect in the low-buckled Dirac materials. *Phys. Rev. B*, 2014, V. 90, 155107.

Two- and three-terminal devices consisting of a single barrier surrounded by one or two potential wells were studied. The zero-thickness limit for these objects has been considered and it was shown that point interactions obtained in this limit can be described by a family of diagonal matrices, which are a subclass of four-parameter family of point interactions. Tunneling through such structures is absent almost everywhere except several points controlled by external voltage. Analytical expressions for resonant tunneling through such a kind of hetero-structures have been obtained. (A.V. Zolotaryuk, Y.A. Zolotaryuk)

- *Zolotaryuk A.V., Zolotaryuk Y.A.* A zero-thickness limit of multilayer structures: a resonant-tunnelling d'-potential. *J. Phys. A*. (accepted)

Properties of a two-electron quantum dot in an external magnetic field are investigated using the variational method. The spectrum and eigenstates of a two-dimensional parabolic quantum dot are calculated with allowance for correlation effects. Such quantum dots can serve as blocks in spin electronics. (S.P. Kruchinin)

- *Soldatov A.V., Bogolyubov N.N., Jr., Kruchinin S.P.* Proc. NATO ARW “Nanotechnology in the security systems”. Springer, 2014, 55-67.

Parameters of the trapping centers in the layered crystalline matrix of cadmium iodide with lead iodide nano-inclusions were calculated. Relationship of the system’s properties with the type of crystalline modification of nano-inclusions was established.

The processes of charge carrier migration in the heterosystem were analyzed considering orientation effects. (N.V. Goloskovskaya)

- *Galchynsky O.V., Gloskovskaya N.V., Yarytska L.I.* Deep acceptor trapping centers in $\text{CdI}_2\text{-PbI}_2$ crystal system. *Functional materials*, 2014, V.21, №3, 243-246.

LOW TEMPERATURE PHYSICS

We propose a perturbation theory and diagram technique for a disordered metal when scattering of quasiparticles by nonmagnetic impurities is caused with a retarded interaction. The perturbation theory generalizes a case of elastic scattering in a disordered metal. Eliashberg equations for s-wave superconductivity are generalized for such a disordered superconductor. Anderson's theorem is found to be violated in the sense that embedding of the impurities into an s-wave superconductor increases its critical temperature. We show that the amplification of superconducting properties is a result of nonelastic effects in a scattering by the impurities. (Corr. Member of the NAS of Ukraine B.I. Lev, K.V. Grigorishin)

- *Grigorishin K.V.* Autolocalized states of an excess in an ionic cluster. *Ukr. J. Phys.* 2014, V. 59, No. 1, 58-68.
- *Grigorishin K.V.* Theory of s-wave superconductor containing impurities with retarded interaction with quasiparticles. *Physica Scripta*, 2014, V. 89, 115809
- *Grigorishin K.V., Lev B.I.* Toy model of superconductivity. arXiv:1411.5912.

System of electrons on the liquid helium surface is considered. General methods for obtaining free energy functional for the systems in mean field approximation are developed. These methods were applied for treating systems with particles arranged in a lattice. Thus obtained functional of free energy is analyzed. The localization distance for electron and conditions for existing square or triangular lattices as well as phase transition between them are obtained (Acad. of the NAS of Ukraine A.G. Zagorodny, Corr. Member of the NAS of Ukraine B.I. Lev, V.P. Tymchyshyn).

- *Lev B.I., Ostroukh V.P., Tymchyshyn V.B. and Zagorodny A.G.* Statistical description of the system electrons on the liquid Helium surface. *Eur. Phys. J. B.*, 2014, V. 87, 253.

NANOPHYSICS AND NANOTECHNOLOGIES

We develop a general theory of magnetization dynamics of curvilinear low-dimensional ferromagnetic systems: one-dimensional nanowires and two-dimensional shells of an arbitrary form. It is shown that the curvature of the magnet leads to additional terms in the exchange energy, namely effective anisotropy and Dzyaloshinskii-like interactions. (Yu.B. Gaididei, V.P. Kravchuk)

- *Gaididei Y.B., Kravchuk V. P., Sheka D.D.* Curvature effects in thin magnetic shells. *Phys. Rev. Lett.*, 2014, V. 112, 257203.

The mechanisms of current formation and electroluminescence in “electrode–photochromic molecule–electrode” system are derived under the assumption that electric field is applied to both the electrodes and the molecule. It is shown that in the charge-neutral molecule, a contribution in photocurrent and electroluminescence comes from sequential and tunnel electron transfer pathways. The conditions for resonance electron transmission through the molecule are found to attain the most effective electroluminescence and current through a molecule. (Corr. Member of the NAS of Ukraine E.G. Petrov, V.O. Leonov, Ye.V. Shevchenko, O.L. Kapitanchuk)

- *Petrov E.G., Marchenko A.A., Kapitanchuk O.L., Katsonis N., Fichou D.* Conductance mechanism in a linear non-conjugated trimethylsilyl-acetylene molecule: tunneling through localized states. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 2014. V. 589, 3-17;
- *Leonov V.O., Shevchenko Ye.V., Petrov E.G.* Formation of electroluminescence in an electrode-molecule-electrode system. *Ukr. J. Phys.* 2014, V. 59, No. 6, 629-640.

Density functional theory calculations were applied to the study of changes in structural and electronic properties of diarylethen-based molecule in the result of conformational switching between open and closed state, energy barriers of corresponding transitions were calculated. Effect of molecular environment on the barrier value of transition state was found to be significant. Experimentally observed field-induced switching of a molecule in the monolayer was substantiated. (O.L. Kapitanchuk)

- *Snegir S.V., Yu P., Maurel F., Kapitanchuk O.L., Marchenko A., Lacaze E.* Switching at the nanoscale: light- and STM-tip-induced switch of a thiolated diarylethene self assembly on Au(111). *Langmuir*, 2014, V. 30, No. 45, 13556-13563.

The transient response of the molecular junctions attached to a left and a right lead has been studied at the conditions when a single voltage pulse or a sequence of pulses is applied. The transient currents as well as a quantity detectable in the experiment the averaged dc-current, resulting from a single voltage pulse or a sequence of pulses is calculated. The important role of intra molecular vibrational relaxation on transient and dc-currents are highlighted. Based on above findings the approach to determine strength of intramolecular relaxation is suggested. (Y. Zelinsky.)

- *Zelinsky Y., May V.* Charge transmission through a molecular junction: Voltage pulse induced transient currents. *Chem. Phys.*, 2014, V. 439, 17-29.

The method for a control of relaxation transitions in a quantum system by the stochastic fields, which are created in a macroscopic environment owing to the thermodynamic fluctuations of position of the energy levels, is proposed. By means of averaging the stochastic Liouville equation for the density matrix of the whole system, the master kinetic equation for probabilities of populations of the quantum system's states, are found. It is shown that in nanoscopic system, the transition rates allow themselves to provide a unified description of kinetic processes as in the case of temperature independent transitions, and in the Arrhenius's regime realized for

temperature activated transitions as well. (V.I. Teslenko, Corr. Member of the NAS of Ukraine E.G. Petrov)

- *Teslenko V.I., Petrov E.G.* Regularization of environment-induced transitions in functional nanoscopic systems. *Journal of Physics and Astronomy* (in press).

In the model of classic Coulomb cluster with confining potential supported by a uniform cylindrical background, the formation of spiral layered structures disposed perpendicularly to a cylindrical axis, is predicted. It is shown that self-organization of such a structure and distribution of the charges within the structure is controlled by Coulomb barriers between the layers, the precise form of which is determined by geometric and charge parameters of a cluster. (S.Ya. Goroshchenko)

- *Goroshchenko S.Ya.* Layered structures of charges in classical Coulomb clusters. Summer school and International research and practice conference “Nanotechnology and nanomaterials”. Lviv, 2014. Abstract book. P. 161.

The sensitivity of the surface plasmon resonance wavelength position in prolate and oblate metal nanoparticles to the refractive index of an embedding solution, nanoparticle shape, and temperature was studied theoretically. The influence of dissipation factor on plasmon resonance was discussed as well. The new approach specifying the optimal nanoparticle shape to reach the maximal sensitivity has been proposed. It was found that the ratio of the sensitivity to the half-width of the resonance line in the dependence on the refractive index as well as the nanoparticle radius has oscillatory character. The calculations were illustrated on the example of K, Na and Ag nanoparticles. (M. Grigorochuk)

- *Grigorochuk M.* Sensitivity of surface plasmon resonances in spheroidal metal nanoparticles. *Eur. Phys. J. B*, 2014, V. 87, 252.
- *Grigorochuk M.* Plasmon resonance sensitivity in fine metal particle. *Cond. Matt. Phys.*, 2014, V. 17, 13701.

We propound a computational approach, including smaller fullerenes, C_{20} and C_{28} , to demonstrate that encapsulation of He_2 inside the studied fullerenes exhibits an interesting quantum behavior resulting in a binding at shorter than van-der-Waals internuclear distances, and develop a computational model to interpret these He-He bonding patterns in terms of Bader’s Atom-in-Molecule theory. We also conjecture computational existence of $He_2@C_{60}$ on a solid basis of its theoretical UV absorption spectrum and a comparison with that of C_{60} . (E.S. Kryachko)

- *Nikolaienko T.Yu., Kryachko E.S.* Formation of dimers of light Noble atoms under encapsulation within fullerene’s voids. *Nanoscale Res. Lett.*, 2015, (in press).

Explicit expressions for the Green functions of armchair carbon nanotubes and zigzag graphene nanoribbons are obtained in the form suitable for direct applications. The obtained results are based on the analytic solution to the Schrodinger equation for the tight-binding Hamiltonian of bounded armchair nanotubes and zigzag nanoribbons. The Green functions can be used for the analysis of electronic structures and transport properties of carbon nanotubes and graphene. (L. Malysheva)

- *Malysheva L.* Explicit expressions for the Green's functions of bounded armchair nanotubes and zigzag nanoribbons. *Physica Status Solidi B*, 2014, V. 251, 1028-1033.

SOFT MATTER PHYSICS

We predict theoretically the existence of a class of colloidal structures in nematic liquid crystal cells, which are induced by surface patterns on the plates of the cell. We propose a simple theoretical model which explains the formation of dipolar two- (2D) and three-dimensional (3D) colloidal structures in nematic liquid crystals. It is shown that the octopole moment plays an important role in the formation of 2D and 3D nematic colloidal crystals. We generalize this assumption to the case of an external electric field and theoretically explain a giant electrostriction effect in 3D crystals observed recently. (O.M. Tovkach, Corr. Member of the NAS of Ukraine B.I. Lev)

- *Chernyshuk S. B., Tovkach O. M. and Lev B. I.* Surface-induced structures in nematic liquid crystal colloids. *Phys.Rev. E*, 2014, V. 90, 020502(R).
- *Chernyshuk S. B., Tovkach O. M. and Lev B. I.* Elastic octopoles and colloidal structures in nematic liquid crystals. *Phys. Rev. E*, 2014, V. 89, 032505.
- *Lev B. I., Jun-ichi Fukuda, Tovkach O. M. and Chernyshuk S. B.* Interaction of small spherical particles in confined cholesteric liquid crystals. *Phys. Rev. E*, 2014, V. 89, 012509.

Temperature influence on the ratchet solitons drift induced by periodic with mean zero value force that takes place in molecular chain with broken inverse symmetry has been studied. It was shown that the temperature improves the conditions of the drift, namely, with its increasing the critical value of the intensity of the external electric field, above which the ratchet phenomenon takes place, decreases. The temperature decreases also the lower critical value of the electric field period. It was found that there is a temperature range where the drift velocity is larger than that at zero temperature and was demonstrated the existence of stochastic resonance, i.e. an optimal temperature at which the solitons drift is maximum. (L.S. Brizhik, A.A. Eremko)

- *Brizhik L.S., Eremko A.A., Piette B.M.A.G., Zakrzewski W.J.* Thermal enhancement and stochastic resonance of polaron ratchets. *Phys. Rev. E*, 2014, V. 89, Issue 6, 062905.

The mechanism of threshold deformation of the polymorphic macromolecule is proposed and the interpretation of DNA double helix overstretching effect is given. It is shown that the polymorphic macromolecule has an additional (to usual elastic) mechanisms of deformation which induced by intrinsic conformational transformations. Under the critical value of acting force the deformation becomes the threshold character due to the formation of bistable conformational state and dynamics of the stretched domains in macromolecule chain. (S.N. Volkov)

- *Volkov S.N.* Mechanism of threshold deformation in the DNA-type macromolecule. *Phys. Rev. E* (accepted).

A model of the functioning of a hysteretic enzyme is constructed with allowance for structural diffusion of the enzyme-substrate complex. It is shown that due to the nonlinear structure-function coupling (the lowering of the complex free energy due to slow structure relaxation) the enzymatic reaction rate can meet different regimes (from hyperbolic to sigmoidal/triggered saturation, substrate inhibition, etc.), subject to the solvent and structure lability characteristics. (L.N. Christophorov)

- *Christophorov L.N.* Proteins as nanomachines: Hysteretic enzymes revisited. Springer Proceedings in Physics, 2014, V. 156, 223-232.

Exact mathematical expressions are derived for multi-interval density function for duration of interspike interval for binding neuron model with refractoriness and delayed feedback. In the case it is proven exactly that the output stream of interspike intervals is non-Markovian. Probability density function of output interspike intervals is described for leaky integrate-and-fire neuron simulated with Poisson process. (A.K. Vidybida, K.G. Kravchuk)

- *Kravchuk K.G., Vidybida A.K.* Non-Markovian spiking statistics of a neuron with delayed feedback in presence of refractoriness. Mathematical Biosciences and Engineering, 2014, V. 11(1), 81-104.
- *Vidybida A.K.*, Binding Neuron. In: Mehdi Khosrow-Pour (ed). Encyclopedia of information science and technology, Third Edition, IGI Global, Hershey PA, 2014, 1123-1134. <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-4666-5888-2.ch107>
- *Відубіда О.К.* Вихідний потік інтегруючого нейрона з втратами. ДАН України, № 12, 2014, 18-23.

With the help of the mathematical model of the Krebs cycle, we have studied the dependence of the cyclicity of the metabolic process on the amount of a final product of the oxidation, i.e., on the amount of the formed carbon dioxide. The multiplicity of the cycle is doubled by the Feigenbaum scenario, until the aperiodic modes of strange attractors arise. From them as a result of the self-organization, the stable periodic modes appear. We have calculated the full spectra of Lyapunov indices and the divergencies for various modes. For the strange attractors, we have determined the KS-entropies, “predictability horizons,” and Lyapunov dimensions of attractors. (V.I. Grytsay)

- *Grytsay V.I., Musatenko I.V.* Self-organization and chaos in the metabolism of a cell. Biopolymers and Cell, 2014, V. 30, No. 5, 404-409.
- *Grytsay V., Musatenko I.* Nonlinear self-organization dynamics of a metabolic process of the Krebs cycle, Chaotic Modeling and Simulation, 2014, V. 3, 207-220.

ASTROPHYSICS AND COSMOLOGY

We identify a weak line at $E \sim 3.5$ keV in X-ray spectra of the Andromeda galaxy, the central part of our Galaxy and the Perseus galaxy cluster - the dark matter-dominated objects, for which there exist deep exposures with the XMM-Newton X-ray observatory. Such a line was not previously known to be present in the

spectra of galaxies or galaxy clusters. Although the line is weak, it has a clear tendency to become stronger towards the centers of the objects; it is stronger for the Perseus cluster than for the Andromeda galaxy and is absent in the spectrum of a very deep "blank sky" dataset. Although for individual objects it is hard to exclude the possibility that the feature is due to an instrumental effect or an atomic line of anomalous brightness, it is consistent with the behavior of a line originating from the decay of dark matter particles. The dark matter interpretation of the signal observed in Perseus galaxy cluster and Andromeda galaxy is fully consistent with these data. Future detections or non-detections of this line in multiple astrophysical targets may help to reveal its nature (D.A. Iakubovskiy).

- *Boyarsky A., Ruchayskiy O., Iakubovskiy D., and Franse J.* An unidentified line in X-ray spectra of the Andromeda galaxy and Perseus galaxy cluster. *Phys. Rev. Lett.*, 2014, V. 113, 251301.
- *Boyarsky A., Franse J., Iakubovskiy D., and Ruchayskiy O.* Checking the dark matter origin of 3.53~keV line with the Milky Way center. *Phys. Rev. Lett.* arXiv:1408.2503 (submitted).

On the basis of strict equations of quantum geometrodynamics for the homogeneous and isotropic universe, the possible cause of change of the rate of the expansion of the universe, from deceleration to acceleration and vice versa, is given. It is shown that the dark sector of the matter-energy may point to the existence of previously unknown forces acting in the universe, whose nature is quantum. The model explains the accelerating expansion (inflation) in the early universe and a later transition from the decelerating expansion to the accelerating expansion of the universe from a single approach. It is demonstrated that the change of sign of the quantum correction to the pressure generates primordial fluctuations of the energy density (V.E. Kuzmichev, V.V. Kuzmichev).

- *Kuzmichev V.E., Kuzmichev V.V.* The expanding universe: change of regime. arXiv:1406.1297 [gr-qc] (submitted).
- *Kuzmichev V.E., Kuzmichev V.V.* Quantum corrections to gravity in the expanding universe. arXiv: 1411.5466 [gr-qc] (submitted).

PHYSICS OF PLASMA PROCESSES

Particle diffusion in a wave with jumping phase is studied. It is shown that such a wave is involved into the resonance interaction with more plasma particles than a regular wave, and thus can be used to accelerate and heat them. The evolution of statistical characteristics of particle ensemble in a wave is calculated numerically for various types of phase jumps. A strong dependence of the intensity of heating on the type of phase jumps is found. (Acad. of the NAS of Ukraine A.G Zagorodny, V.I. Zasenka, O.M. Chernyak).

- *Zasenka V.I., Zagorodny A.G., Chernyak O.M.*, Particle diffusion in a wave with randomly jumping phase, *Problems of atomic science and technology* (accepted).

MATHEMATICAL MODELING

In the frame of the theory of economic equilibrium, the mechanism of the recession phenomenon is proposed. The structure of economic equilibrium states in the economic system depending on the structure of property, supply and demand is described. The theorem of one to one correspondence between the state of economy equilibrium under that total demand on the part of goods is strictly less than supply and multiplicity of degeneration of equilibrium state is proved. It is shown that in such a state of economic equilibrium the sale of surplus products does not occur. Provided that such a set of goods is critical devaluation and falling asset values take place. The criteria of such criticality is introduced. The proposed model is applied to the analysis of the Ukrainian economy on the basis of input-output tables for 2011. It is revealed that in 2011 Ukraine's economy was in a deep recession. (M.S. Gonchar, A.S. Zhoshin, W.G. Kozyrsky)

- *Гончар Н.С., Жохин А.С., Козырский В.Г. О механизме явления рецессии, Проблемы управления и информатики. (подано до друку)*

COMPUTER SOFTWARE RESEARCH

Performance reliability of Basic coordination centre and Regional operation centre has been secured. The core grid services that provide the functioning of grid infrastructure of Ukraine (NGI-UA) as parts of EGI.eu have been supported. New grid services to provide integration to the European and world grid infrastructures were implemented. (S.Ya. Svistunov)

Grid applications to diagnose the nature and degree of disorders by searching for the clusters of permanent interaction level in evaluating diagnostic data obtained by SCT, MRI and MR spectroscopy have been developed in collaboration with experts of State Institution "Institute of Nuclear Medicine and Diagnostic Radiology" of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine. These grid applications were integrated into the Web portal (Virtual Imaging Platform) that makes possible to provide the scientific substantiation of practical recommendations to improve the therapeutic process. (S.Ya. Svistunov)

Available methods and software have been studied with purpose to build the integrated infrastructure for parallel computing, which consists of traditional grid infrastructure and cloud infrastructure, and to provide a user-friendly interface for access to the resources. The standard cloud infrastructure to perform the numerical calculations was built on the BITP cluster using OpenStack program. (S.Ya. Svistunov)

SCIENTIFIC AND EDUCATION CENTER

The Research and Education Center of the BITP was established in 2000 in order to involve the talented young people into research. The main goal of the Center is to implement continuous system of education for the gifted youth. The education

system consists of three interrelated parts: educational work with students 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.

In 2014 the Center organized nine popular science lectures on advances in modern fundamental physics in leading physical and mathematical high schools in Kiev. The Center regularly conducted optional courses on physics and mathematics for students of high schools. In this year the Center also held and financially supported Experimental Physics Team Olympiad for students of physical and mathematical high schools in Kyiv.

The Center conducted three cycles of optional seminars on theoretical physics and higher mathematics for students of the 1st, the 2nd and the 3rd courses of Physical Faculty of Taras Shevchenko National University of Kyiv. About 50 students attended the seminars. The scientific seminar on mathematical physics for students of the 4th and the 5th courses has been conducted regularly under supervision of Dr. M.Z. Iorgov.

In 2014 in collaboration with the The Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences the Center organized the International school for students and young researchers “Integrability in modern quantum field theory”, February 3-9, 2014, Moscow.

A series of activities has been organized for students Physical Faculty of Taras Shevchenko National University of Kyiv as part of the Bogolyubov Program of collaboration JINR-Ukraine:

- XII International School on Theoretical and Mathematical Physics. JINR, Dubna, May 1-10, 2014;
- Workshop on Condensed Matter Physics “Quantum Theory of Contact and Coulomb Blockade”. BITP, Kyiv, November 8-10, 2014;
- Workshop on Condensed Matter Physics “Theory of Percolation and Fractals”. BITP, Kyiv, November 3-5, 2014;
- Workshop on Mathematical Physics “ $N = 2$ SUSY gauge theories and AGT-compliance”. BITP, Kyiv, October 24-26, 2014.

SCIENTIFIC PUBLICATIONS

Books: 5

- *Zagorodny A.G., Cheremnykh O.K.* Introduction to Plasma Physics. Kyiv. Naukova Dumka, 2014. – 696 p.
- *Zagorodny A.G., Borovska O.M., Svistunov S.Ya, Sinitsyn I.P., Rodin Ye.S.* Building of Information Security Complex System in National Grid Infrastructure of Ukraine. Kyiv. Stal, 2014. – 374 p.
- *Bonca J., Kruchinin S.* (Eds.). Nanotechnology in the security systems. Proceedings of NATO ARW, Springer, 2014. – 285p.
- *Dzhezherya Yu.I., Reshetniak S.O., Kruchinin S.P.* Field theory. Tasks solution. Study Guide, Publishing House of the National Aviation University, 2014. – 160 p.

- *Posudin Yu., Grytsai V.* Biophysics of water environment, Kyiv, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 2014. – 127 p.

Papers in Journals: 191

in Ukrainian Journals – 41,
in Foreign Journals – 150.

PRIZES AND AWARDS

State Prize of Ukraine for Science and Technology 2013

Belokolos E.D., Brizhik L.S., [Holod P.I.], Zolotaryuk O.V., Zolotaryuk Ya.O., Ivanov B.O., Kivshar Yu.S., Kovaliov O.S., Kolezhuk O.K., Yampolsky V.O. — for a series of works “Nonlinear waves and solitons in condensed matter physics”. (the Order of the President of Ukraine on August 23, 2014)

O.S. Davydov Prize of the NAS of Ukraine

Lev B.I., Gaididei Yu.B., Stasyuk I.V. — for a series of works “The theory of dynamical and stochastic properties of condensed systems with competing interactions”.

Prize of the President of Ukraine for Young Scientists for 2014

Vlasii N.D., Gamayun O.V., Slobodeniuk A.O., Kukhtaruk S.M. — for a series of works “Features of electronic properties of low-leading systems in external fields”.

CONFERENCES

- Seminar “Problems of Theoretical Physics” dedicated to the memory of O.G. Sytenko. Kyiv, February 14, 2014.
- Seminar dedicated to 75-th anniversary of A.U. Klimyk. Kyiv, April 15, 2014.
- 6-th International Conference “Physics of Liquid Matter: Modern Problems” (PLMMP-2014). Kyiv, May 23-27, 2014.
- International Conference and School on Plasma Physics and Controlled Fusion. Kharkiv, September 15-18, 2014.
- Seminar “Problems of Statistical Physics and Physics of Liquids” dedicated to 70-th anniversary of V.Ya. Antonchenko. Kyiv, September 17, 2014.
- School and Workshop “New Trends in High-Energy Physics and QCD”. Natal, Brazil, October 21 - November 6, 2014.
- Young scientists conference “Problems of Theoretical Physics” dedicated to 105-th anniversary of M.M. Bogolyubov. Kyiv, November 25–27, 2014.
- Davydov Readings. Kyiv, December 29, 2014.

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

Зам. №13 формат 60x84/16. Обл.-вид. арк. 2
Підписано до друку 29.12.2014. Наклад 70 прим.

Поліграфічна дільниця ІТФ ім. М.М. Боголюбова НАН України
03680, Київ, вул Метрологічна, 14 - б.