

МРИГЛОД

Ігор Миронович – академік НАН України, директор Інституту фізики конденсованих систем НАН України

ІВАНКІВ

Олександр Львович – кандидат фізико-математичних наук, заступник директора з наукової роботи Інституту фізики конденсованих систем НАН України



Академік НАН України
Ігор Рафаїлович Юхновський

ЖИТТЯ У ПРАЦІ ТА НАУКОВОМУ ПОШУКУ

До 90-річчя академіка НАН України
І.Р. Юхновського

Нещодавно виповнилося 90 років від дня народження видатного українського вченого, фізика-теоретика, відомого державного і громадського діяча, Героя України, доктора фізико-математичних наук, професора, академіка НАН України Ігоря Рафаїловича Юхновського. Цей ювілей він зустрічає повний сил, енергії, нових ідей та задумів як у науці, так і в державному будівництві.

1 вересня 1925 р. у селі Княгинин Млинівського району на Рівненщині в родині Анни і Рафаїла Юхновських народився другий син – Ігор. Перші уроки життя дав малому Ігорю його дід по материнській лінії – Фортунат, який був священником і одночасно мав лікарську та агрономічну практику. Походив він із давнього шляхетного роду Бельських і залишив глибокий слід у формуванні світогляду внука, розвинув у ньому допитливість і цікавість до різних явищ і сфер життя.

Ігор Юхновський закінчив лицей у м. Кременці. У 1944 р. був мобілізований, пройшов воєнними дорогами через Україну, Польщу та Австрію. Після демобілізації у 1946 р. вступив на фізико-математичний факультет Львівського державного університету ім. І.Я. Франка, який закінчив з відзнакою у 1951 р., потім продовжив навчання в аспірантурі на кафедрі теоретичної фізики під керівництвом професора А.Ю. Глаубермана. У перші повоєнні роки вийшли друком відомі книжки академіка Миколи Миколайовича Боголюбова «Проблеми динамічної теорії в статистической фізице» (1946) та «Лекції по квантовой статистике» (1949), які фактично і визначили коло наукових інтересів І.Р. Юхновського. Після вивчення цих книг він твердо знав, що буде фізиком-теоретиком і займатиметься статистичною фізикою. Боголюбовська лінія стала наскрізною в дослідженнях Ігоря Рафаїловича, а згодом і всіх його учнів та послідовників, які разом утворили відому нині львівську школу статистичної фізики.

Перші наукові праці І.Р. Юхновського пов'язані з розвитком методу розвинень Боголюбова за плазмовим параметром і його застосуванням до опису бінарних функцій розподілу для системи заряджених частинок. Він отримав загальні вирази, що містили екрановані потенціали кулонівської взаємодії, а отже, давали змогу коректно врахувати ефекти далекодії. Ці результати лягли в основу кандидатської дисертації і більше ніж на десятиліття випередили подібні дослідження зарубіжних учених, відомі нині в літературі як техніка γ -впорядкування. Розвинутий І.Р. Юхновським метод було застосовано згодом у теоріях високотемпературної плазми та розчинів електролітів, у теорії фазових переходів.

Наприкінці 1950-х років намагання узагальнити і формалізувати результати, отримані для систем заряджених частинок, привели І.Р. Юхновського до формулювання зовсім нового і потужного методу дослідження багаточастинкових систем — методу колективних змінних, який став основним у більшості робіт Ігоря Рафаїловича та його учнів. І.Р. Юхновський запропонував оригінальну схему для розрахунку якобіана переходу від простору індивідуальних координат частинок до змінних, що описують колективні рухи. Це дозволило математично коректно отримати функціональне представлення для статистичної суми вже в просторі колективних змінних і врахувати кореляції між флуктуаційними хвилями.

Строге означення колективних змінних і розроблений для цього математичний апарат уможливили вирішення ще однієї важливої проблеми статистичної теорії взаємодіючих частинок — про коректне і рівноправне врахування далекосяжних і короткосяжних взаємодій. У запропонованому І.Р. Юхновським формалізмі, що дістав назву методу базисного підходу, опис системи взаємодіючих частинок здійснюється в розширеному фазовому просторі, що включає як індивідуальні координати частинок, так і колективні змінні, які описують флуктуаційні хвилі густини. Залежно від специфіки задачі це можуть бути густини числа частинок, електричного заряду, дипольного

моменту, намагніченості тощо. Індивідуальні та колективні змінні описують, відповідно, ефекти, зумовлені короткосяжними і далекосяжними взаємодіями. Перехід у розширений фазовий простір здійснюється за допомогою якобіана переходу, для якого було знайдено явний вираз і доведено властивості повноти та ортонормованості. Отримані у такому формалізмі вирази для термодинамічних і структурних функцій систем взаємодіючих частинок мають форму групових розвинень, що дозволяє послідовно враховувати багаточастинкові кореляційні ефекти. Характерною особливістю цих розвинень є екранування далекосяжних взаємодій.

Розвинений І.Р. Юхновським метод базисного врахування короткосяжних взаємодій виявився ефективним для кількісного опису різноманітних конденсованих систем. Окремо слід відзначити застосування цього методу до опису іон-дипольних систем, що відкрило шлях до побудови мікроскопічної теорії розчинів електролітів, основаної на рівноправному врахуванні всіх можливих взаємодій між іонами електроліту та молекулами розчинника.

У середині 60-х років І.Р. Юхновський узагальнює формалізм колективних змінних на випадок квантових багаточастинкових систем. Ідея запропонованого підходу полягала в послідовному виділенні із квантового статистичного оператора, заданого на множині декартових координат частинок, складової, яка описує взаємодію хвильових пакетів частинок і може бути виражена в термінах колективних змінних. У такий спосіб було знайдено еквівалентне представлення статистичної суми квантової системи, яке формально ставило їй у відповідність класичну систему з багаточастинковими взаємодіями. Цей підхід дістав назву методу зміщень і колективних змінних і виявився доволі успішним при описі фермі- та бозе-систем. З його використанням, зокрема, вдалося побудувати кількісну мікроскопічну теорію рідкого гелію і отримати низку оригінальних результатів в електронній теорії металів. Ще одним напрямом фізичних досліджень Ігоря Рафаїловича, який захопив його на довгі роки і



В Інституті теоретичної фізики. Зліва направо: І.Р. Юхновський, В.П. Шелест, академік М.М. Боголюбов. Київ. Початок 1970-х років

цікавить досі, стала теорія фазових переходів і фізика критичних явищ.

Оригінальні результати з досліджень систем заряджених частинок лягли в основу дисертації Ігоря Рафаїловича «Статистична теорія систем заряджених частинок» (1965), яку він захистив у Київському державному університеті ім. Т.Г. Шевченка. У 1967 р. йому було присвоєно звання професора.

Протягом 1958–1969 рр. І.Р. Юхновський завідує кафедрою теоретичної фізики Львівського державного університету ім. І.Я. Франка. Близьке читає як загальнотеоретичні курси квантової механіки та термодинаміки, статистичної фізики, так і спецкурси, що охоплюють коло його безпосередніх наукових досліджень. Найкращі студенти гуртуються навколо нього, він знає, які задачі потрібно розв'язувати, знає, як сформулювати завдання молодим дослідникам, і це спонукало Ігоря Рафаїловича до прийняття рішення, яке суттєво вплинуло на розвиток фізичної науки у Львові та в Західному регіоні України. У 1969 р. він створює Відділ статистичної теорії конденсованих станів (СТеКС) Інституту теоретичної фізики АН УРСР, яким у той час керував академік М.М. Боголюбов.

Фактично з чистого листа Ігор Рафаїлович починає створювати новий науковий колектив.

Основний наголос робився на індивідуальній роботі з талановитою молоддю і застосуванні можливостей нових напрацьованих ним методів до вирішення конкретних проблем теорії конденсованої речовини. Почався період дуже інтенсивної праці з учнями.

До кінця 70-х років І.Р. Юхновський розробив та апробував низку оригінальних і перспективних теоретичних підходів. Поступово зростав і чисельно, і якісно науковий колектив відділу СТеКС. Це дозволило працювати результативно і широким фронтом. У 1972 р. І.Р. Юхновського обирають членом-кореспондентом АН УРСР. У 1980 р. на базі відділу СТеКС було створено Львівське відділення статистичної фізики ІТФ АН УРСР, а в 1982 р. І.Р. Юхновський стає дійсним членом Академії наук УРСР за спеціальністю «теоретична фізика».

Одночасно і паралельно розвиваються такі напрями досліджень, як теорія розчинів електrolітів, фізика квантових багаточастинкових систем, теорія фазових переходів і критичних явищ.

У рамках іонно-молекулярного підходу в теорії розчинів електrolітів було показано, що характер екранування електростатичних взаємодій іонами і молекулами розчинника принципово різний: іонне екранування призводить до експонентного спадання всіх електростатичних взаємодій, а екранування полярними молекулами визначає діелектричні властивості розчину. Разом зі своїми учнями І.Р. Юхновський дослідив фундаментальну роль молекулярної підсистеми розчинника та природу явищ іонної сольватації, вивчив механізми утворення та специфіку ближнього порядку в розчинах.

Згодом теорію розчинів електrolітів було узагальнено на випадок просторово-обмежених систем (електrolітичні плівки і мембрани). Було показано, що через наявність у напівобмежених систем сил електростатичного відображення, які зумовлюють адсорбційні ефекти на поверхні електrolіту, ефекти екранування у просторово-неоднорідних та об'ємних системах якісно відмінні. Дослідження у цьому на-

прямі проводилися спільно з М.Ф. Головком, В.С. Височанським, І.Й. Куриляком, О.О. Пізю, Є.М. Сов'яком, А.Ф. Коваленком та ін.

З формулюванням методу зміщень і колективних змінних розпочалися інтенсивні дослідження квантових систем взаємодіючих частинок. І.Р. Юхновським спільно з учнями проведено розрахунки середньої та вільної енергії, теплоємності та енергії зв'язку для неперехідних металів, а також розраховано рівняння стану для виродженого електронного газу і досліджено властивості бінарної функції розподілу електронів для сильної неідеальності. Вперше було отримано правильну асимптотику бінарної функції на малих віддальх для густин електронів, що типові для металів. Ці роботи виконано разом із М.В. Ваврухом, Г.І. Бігуном, Р.М. Петрашком, П.П. Костробієм. Застосування методу зміщень і колективних змінних до проблем теорії високотемпературної плазми проводилося спільно з Л.Ф. Блажівським.

Іншим напрямом досліджень, де метод зміщень і колективних змінних довів свою ефективність, стала теорія взаємодіючих бозе-частинок. Тут було знайдено хвильові функції основного та слабозбудженого станів, розраховано енергію основного стану та спектр елементарних збуджень, знайдено структурні функції і проаналізовано проблему бозе-ейнштейнівської конденсації. Це дозволило побудувати мікроскопічну теорію рідкого гелію-4, яка продемонструвала кількісне узгодження результатів розрахунків з експериментом. Ці роботи проводилися спільно з І.О. Вакарчуком та О.Л. Гонопольським.

Ідея базисного підходу для опису систем із коротко- і далекосяжними взаємодіями спільно з Р.Р. Левицьким була поширена на квантові системи типу лад—безлад, що описуються псевдоспіновими моделями (сегнетоелектрики, ізингівські магнетики і т. ін.). При цьому сформульовано новий підхід, у якому короткосяжні взаємодії враховуються у кластерному наближенні.

Фазові переходи і критичні явища — це напрям, інтерес до якого виник в І.Р. Юхновського на початку 70-х років і над яким він про-

довжує працювати донині. Вихідною точкою цих досліджень стала робота з обґрунтування форми базисного розподілу поблизу точки фазового переходу другого роду, виконана спільно з Ю.К. Рудавським. Було встановлено, що для успішного опису критичних явищ необхідно виходити з вищих (негаусових) розподілів, що описують флуктуації колективної змінної, пов'язаної з параметром порядку. Були отримані рекурентні співвідношення для коефіцієнтів базової густини міри. Встановлено, що поблизу критичної точки спостерігається особливий критичний режим, у якому виникає новий тип симетрії — симетрія ренормалізаційної групи, що призводить до універсальності у поведінці різних систем, спільними для яких є лише деякі загальні характеристики (вимірність простору, число компонент параметра порядку, тип взаємодій тощо). Ці дослідження проводилися спільно з М.П. Козловським, І.О. Вакарчуком, Ю.К. Рудавським, В.О. Коломійцем, Ю.В. Головачем, І.М. Мриглодом.

Водночас було показано, що для розрахунку термодинамічних характеристик системи поблизу фазового переходу врахування лише критичного режиму недостатньо. І.Р. Юхновський спільно з М.П. Козловським на прикладі моделі Ізинга запропонував схему, яка дозволила провести послідовні розрахунки як універсальних (критичні показники), так і неуніверсальних (температура фазового переходу, теплоємність, сприйнятливості тощо) величин в околі переходу. Цей підхід, апробований на моделі Ізинга, став ключем до побудови загальної теорії критичних явищ у тривимірних системах і був згодом застосований учнями І.Р. Юхновського до вивчення критичної поведінки у різноманітних моделях статистичної фізики і теорії конденсованої речовини: n -компонентної спінової моделі Стенлі (спільно з І.О. Вакарчуком, Ю.К. Рудавським, Ю.В. Головачем), бінарних сплавів заміщення (спільно із З.О. Гурським), n -компонентної моделі структурного фазового переходу (спільно з І.М. Мриглодом), ізингівських систем з анізотропними взаємодіями (спільно з М.А. Кориневським), ієрархічних моделей (спільно з



Учасники Ювілейних читань «Статистична фізика XXI століття» (Татарів, 26–28 серпня 2015 р.) на вершині Говерли. Зліва направо: академіки НАН України І.М. Мриглюд, О.С. Бакай, І.Р. Юхновський, правнук І.Р. Юхновського Ігор і внучка Ярина. 27 серпня 2015 р.

Ю.В. Козицьким), критичної точки «рідина—газ» (спільно з І.М. Ідзиком та В.О. Коломійцем), класичних багатокомпонентних сумішей (спільно з О.В. Пацаган).

Розвиток ідей методу колективних змінних у застосуванні до задач нерівноважної статистичної фізики дозволив учням І.Р. Юхновського отримати також принципово нові результати з динаміки густих плинів і рідинних систем (М.В. Токарчук, І.М. Мриглюд, Т.М. Брик, І.П. Омелян).

Усі ці досягнення дали І.Р. Юхновському змогу створити у 1990 р. на базі Львівського відділення статистичної фізики ІТФ АН УРСР Інститут фізики конденсованих систем (ІФКС) НАН України, який він очолював 16 років. З 2006 р. І.Р. Юхновський є почесним директором цього Інституту. У 1990–1998 рр. він був також головою Західного наукового центру НАН України.

Отже, зусиллями І.Р. Юхновського та його численних учнів створено добре знану нині у світі львівську школу статистичної фізики, в рамках якої розроблено цілу низку оригінальних і потужних методів теоретичних до-

сліджень систем взаємодіючих частинок, що дозволили розв'язати чимало принципівих проблем фізики конденсованої речовини. Зроблено значний внесок у розвиток теорії рідин і розчинів електролітів, металів і сплавів, неупорядкованих систем, фазових переходів та критичних явищ. Серед наукових інтересів І.Р. Юхновського були також математичні методи в економіці та розвитку суспільства, проблеми енергетики, проблеми безпеки об'єкта «Укриття» на Чорнобильській АЕС і ряд інших стратегічно важливих інноваційних проблем. І.Р. Юхновський є автором понад 500 наукових статей, 7 монографій та підручників.

На окрему статтю заслуговує та частина біографії академіка І.Р. Юхновського, яка охоплює його громадську, політичну, державну та гуманітарну діяльність. Лише коротким переліком особливих досягнень у цих напрямках спробуємо привернути до неї увагу читача. У Верховній Раді України першого скликання І.Р. Юхновський очолював демократичну опозицію — Народну Раду. За його безпосередньої участі було прийнято Декларацію про державний суверенітет України, Закон про економічну самостійність України, Постанову про задоволення вимоги голодуючих студентів на граніті щодо військової служби на території України. Зрештою, апофеозом того періоду стало проголошення Незалежності України і Всеукраїнський референдум з цього приводу, проведення якого Ігор Рафаїлович ініціював у своєму виступі 24 серпня 1991 р. Роль І.Р. Юхновського у тих подіях важко переоцінити, хоча, за його ж словами, він був лише «конструктивним гвинтом».

У Верховній Раді другого скликання І.Р. Юхновський керував парламентською групою «Державність» і був одним із основних ініціаторів розроблення проекту Конституції України, яка незабаром була остаточно написана і ухвалена Верховною Радою.

На початку 2000-х років завдяки зусиллям І.Р. Юхновського як голови комітету Верховної Ради України з питань науки та освіти вдалося вдвічі збільшити заробітну плату науковцям і суттєво підвищити заробітну плату вчителям.

Також він особисто сприяв тому, що впродовж кількох років у Державному бюджеті України був окремий рядок на придбання сучасного наукового обладнання для установ НАН України. Це була життєво необхідна акція для підтримки експериментальної науки в Україні.

За час праці в уряді першим віце-прем'єр-міністром України, головою Колегії з питань науково-технічної політики Державної Думи України, заступником голови Аналітично-консультативної ради при Кабінеті Міністрів України, а також головою Тимчасової спеціальної комісії з питань майбутнього у Верховній Раді України, І.Р. Юхновський зробив істотний внесок у формування системного підходу до аналізу стану національної економіки та її окремих галузей. Було розроблено заходи щодо вирішення виявлених проблем і подолання диспропорцій розвитку, передбачено тенденції довгострокового розвитку України і сформульовано напрями технологічного та інноваційного розвитку держави.

Як голова Українського інституту національної пам'яті — новоствореного центрального органу виконавчої влади зі спеціальним статусом, І.Р. Юхновський зробив усе для прийняття Закону України «Про Голодомор 1932–1933 років в Україні», в якому голодомор кваліфікувався геноцидом проти українського народу. Він організував видання Національної книги пам'яті жертв Голодомору в Україні у 18 томах загальним обсягом понад 20 тис. сторінок, значну увагу приділив висвітленню ролі України у Другій світовій війні, моніторингу шкільних підручників і програм з історії України і розробленню

нової концепції викладання історії України у школах. Неоціненним є також внесок І.Р. Юхновського в об'єднання усіх ветеранів Другої світової війни в рамках нової організації — Всеукраїнського об'єднання ветеранів.

Сьогодні академік І.Р. Юхновський — радник Президії НАН України, почесний директор Інституту фізики конденсованих систем НАН України, член Ініціативної групи «Першого грудня», активно працююча і небайдужа людина.

Після повернення до Львова у 2010 р. І.Р. Юхновський повернувся до задачі про критичну точку «рідина—газ», багато працює над її розв'язанням і часто виступає на наукових семінарах. Деякі з отриманих результатів він представив нещодавно на Ювілейних читаннях «Статистична фізика ХХІ століття» (Татарів, 26–28 серпня 2015 р.), і вони викликали великий інтерес, стимулювали широку дискусію і поставили багато нових запитань. Це підтверджує, що Ігор Рафаїлович з роками не змінюється, його манера наукового пошуку така ж оригінальна і нестандартна. Однак не лише наукою живе людина... Тож після наукових дискусій Ігор Рафаїлович Юхновський разом зі своїми учнями, членами родини і колегами зійшов на найвищу гору України — Говерлу.

Інститут фізики конденсованих систем НАН України, Відділення фізики і астрономії НАН України, редколегія журналу «Вісник НАН України» бажають академіку І.Р. Юхновському підкорення ще багатьох вершин у найрізноманітніших ділянках його діяльності, до яких він має інтерес.