

---

# Історія науки та техніки

---

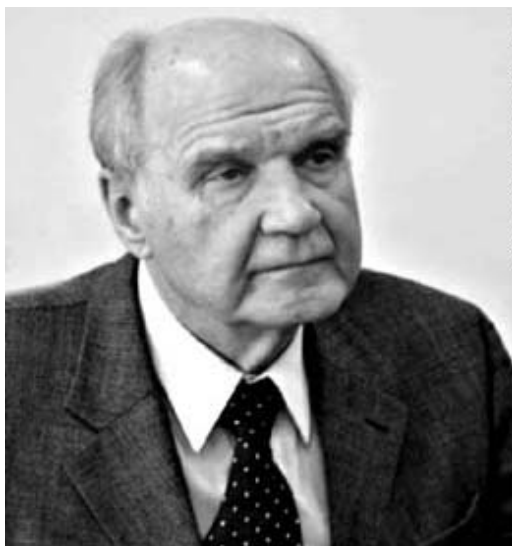
А.С. Литвинко

## Формування та розвиток наукової школи статистичної фізики академіка І.Р.Юхновського

*Характеризуються наукова, педагогічна та організаційна діяльність академіка НАН України І.Р.Юхновського, формування і розвиток його наукової школи зі статистичної фізики, розкриваються суть і значення праць вченого та його учнів.*

Активна наукова та педагогічна праця відомого вченого в галузі теоретичної фізики, засновника наукової школи та організатора низки наукових установ, громадського діяча, академіка НАН України І.Р.Юхновського значною мірою визначила, що розробки в галузі статистичної фізики стали пріоритетними для фізики в Україні й знайшли підтримку Національної академії наук України.

У його роботах одержано низку принципово важливих результатів у галузі фізики конденсованої речовини, фазових переходів та критичних явищ, зроблено вагомий внесок у розвиток статистичної теорії рідин, розчинів та розплавів електролітів, металів і сплавів, неупорядкованих систем, квантових рідин, електронного газу в металах, частково збуджених систем, сегнетоелектриків, електролітичних плівок та мембран, надплинної рідини та високотемпературної плазми. Серед результатів І.Р.Юхновського метод колективних змінних у класичному і квантовому випадках для одночасного коректного врахування коротко- і далекодіючих вкладів у термодинамічні та структурні властивості багаточастинкових систем,



статистична теорія фазових переходів другого роду, мікроскопічна теорія розчинів електролітів. Ігор Рафаїлович є автором близько 500 наукових праць, в тому числі 7 монографій, серед його учнів більше 40 кандидатів та 21 доктор наук [1–7].

Надзвичайна працездатність, ґрунтовні наукові результати, вимогливість до себе і колег у виконанні прийнятих рішень, чесність та водночас демокра-

тизм, уроджена інтелігентність, скромність, доброта, чуйність, відкритість та м'якість у спілкуванні, — ось риси, які складають творчий та людський портрет академіка Юхновського та притягують до нього людей.

Один з учнів І.Р. Юхновського І.М. Мриглод так писав про свого вчителя: „Учений з іменем, знаний організатор науки, яскравий представник справжньої львівської інтелігенції. М'який за манерою спілкування і наполегливий у рішеннях, ерудований і безмежно відданий своїй справі. Людина, котра вміла знаходити порятунок від тимчасових невдач у важкій до запаморочення праці. Професіонал, який вмів запалити іскорку мрії у багатьох і повести їх за собою. Особистість, яку багато критикували та обговорювали, однак, попри все, завжди робили це з повагою” [5, с. 32].

„Ігор Рафаїлович не є вченим книжного типу, — зазначає учень І.Р.Юхновського М.Ф.Головко. — Мудрість Юхновського є природна, від самого себе — і в цьому його неповторність. Будь-який матеріал він переосмислює, дошукується до першопричин, роблячи іноді несподівані висновки. Так сталося, наприклад, коли партійне керівництво в середині 70-х років доручає йому вивчити проблеми АСУ (автоматизованої системи управління) міста. З'ясувавши зв'язок між інформацією та ентропією, Ігор Рафаїлович застосовує другий закон термодинаміки до інформаційних систем і робить висновок про нестійкість закритих систем без доступу інформації ззовні” [5, с. 25].

Уміння працювати на межі можливо-го — ще одна риса, притаманна академіку Юхновському. Він завжди говорив, що досягти результату у фізиці можна, лише повсякденно тяжко працюючи та розв'язуючи надважкі задачі. Тільки так компенсується недостатній рівень забезпечення науковою літературою і віддаленість від столичного на-

укового життя. „Орієнтація на максимальний результат і обов'язковість у його досягненні, молодечий максималізм, великий життєвий досвід і наполегливість у праці — усе це ми мали змогу спостерігати багато років, і в цьому життєве кредо академіка Юхновського”, — писав про свого вчителя І.М.Мриглод [5, с.34].

Активна наукова позиція І.Р.Юхновського виявляється в тому, що він плановірно пропагує одержані наукові результати, часто їздить на конференції, робить наукові доповіді, старанно до них готуючись. Причому „практично завжди, незалежно від тематики конференції, Ігор Рафаїлович у своїх виступах демонстрував приклад наукового підходу до справи, що базувався на принципах статистичної фізики. До слова сказати, саме такий підхід ліг пізніше в основу одного із сучасних напрямків статистичної фізики, який отримав назву екзотичні задачі статистичної фізики і розвивається нині дуже активно”, — відзначав І.М. Мриглод.\*

Колег захоплюють виняткова працездатність І.Р.Юхновського та вміння швидко переключатись з одного виду діяльності на інший. Так, зранку він міг проводити засідання фракції у Верховній Раді, потім науковий семінар у Комітеті з освіти і науки, а після цього виступати в Академії наук. Учень І.Р. Юхновського З.О. Гурський так писав про ці риси свого вчителя: „Ми, молоді, під кінець такого тривалого семінару втомлювалися і не дуже уважно сприймали доповідача, проте цього не скажеш про І.Р.Юхновського: він і під кінець прослуховування виглядав свіжим і допитливим. А часом — по- дружньому в'їдли-вим зі своїми запитаннями та зауваженнями. Під час кожної доповіді він щось занотовував у спеціально заведений для цього зошит, але найбільш нас вражало те, що задачі всіх своїх працівників він тримав у пам'яті. Це було навіть і тоді,

\* Тут і далі приватні повідомлення автору.

коли кількість працюючих у відділі переважила за десяток та ще й додалися аспіранти. І сам І. Юхновський був, є та залишається для нас взірцем працьовитості, наукової порядності та принциповості. При такому заведеному порядку у відділі йшов природним чином відбір найздібніших, найсильніших, найвистриваліших [5, с.130—131]”.

Періодом надзвичайної працездатності став у житті І.Р. Юхновського період наприкінці 70-х років, коли він розробляв задачу розрахунку статистичної суми тривимірної моделі Ізінга — однієї з найактуальніших проблем теоретичної фізики того часу. Він щоденно працював тоді в інституті з 10 до 18 години, а потім з 20 до 23 години вдома. Такий режим дав змогу вийти на видатний науковий результат — оригінальний метод обчислення термодинамічних властивостей тривимірної моделі Ізінга.

„Можу без перебільшення та словесних гіпербол заявити, що за всіма його науковими здобутками, визнаннями, нагородами стоїть насамперед важка, часом дуже виснажлива праця, виняткова цілеспрямованість, воля і наполегливість”, — писав про свого вчителя З.О. Гурський [5, с.134].

І.Р. Юхновський народився 1 вересня 1925 р. у селищі Княгинине Рівненської області. У місті Кременець на Тернопільщині закінчив ліцей. На формування його дитячого та юнацького світогляду вплинув дід — священик і лікар. Друга світова війна застала І.Р. Юхновського у Кременці. У 1944 р. він був мобілізований, пройшов з військами через Західну Україну, Польщу, Австрію. Повернувшись з війни, у 1946 р. вступив на фізико-математичний факультет Львівського університету, який у 1951 р. закінчив з відзнакою та цього ж року розпочав навчання в аспірантурі. Досроково підготував та у 1954 р. захистив кандидатську дисертацію на тему „Бінарна функція розподілу для систем взаємодіючих частинок”. Цього ж року І.Р. Юхновський почав працювати до-

центом кафедри теоретичної фізики, згодом у 1959—1969 рр. став завідувачем даної кафедри (з 1967 р. — професор), у 1965 р. захистив докторську дисертацію „Статистична теорія систем заряджених частинок”. Читав курси термодинаміки, статистичної фізики та спецкурс „Електронна теорія металів”, декілька років поспіль очолював Державну екзаменаційну комісію по захисту дипломів студентами фізичного факультету, був членом вчених рад Львівського університету та Львівського політехнічного інституту. Нагороджений пам’ятними знаками „Отличник народного образования СССР” та „Відмінник народної освіти УРСР”.

Як завідувач кафедри теоретичної фізики Львівського університету І.Р. Юхновський багато уваги приділяв роботі з аспірантами. Саме успіхи науковців Львівського університету в галузі статистичної фізики під керівництвом І.Р. Юхновського привели до організації у 1969 р. за його ініціативою та науковою доповіддю Львівського відділу статистичної теорії конденсованих станів Інституту теоретичної фізики АН України, який очолив І.Р. Юхновський. Спочатку штат новоствореного відділу складався з двох осіб: завідувача та старшого лаборанта, тому постало завдання створити конкурентоспроможний науковий колектив. За короткий час І.Р. Юхновський зумів зібрати групу молодих, талановитих науковців з числа кращих випускників фізичного факультету, які застосовували напрацьовані ним методи до вирішення конкретних завдань теорії конденсованої речовини. У 1980 р. на базі цього відділу було створено Львівське відділення Інституту теоретичної фізики АН України, яким вчений керував до 1990 р., коли очолив створений на базі даного відділення Інститут фізики конденсованих систем НАН України.

Організації відділення сприяв приїзд у 1980 р. до Львова для ознайомлення з діяльністю наукових інститутів Західного

наукового центру президента АН СРСР А.П. Олександрова та президента АН УРСР Б.Є. Патона, на зустрічі з якими І.Р. Юхновський виступив з ґрунтовною доповіддю. Його призначають заступником директора ІТФ АН УРСР з наукової роботи і керівником Львівського відділення цього інституту у складі трьох відділів, які очолюють І.Р. Юхновський та його учні — І.О. Вакарчук і М.Ф. Головка. Важливість одержаних результатів в галузі статистичної фізики в цей період була відзначена в Постанові Президії АН УРСР № 110 від 12 березня 1980 р. „Про дослідження в галузі статистичної фізики” [6].

Через 10 років у 1990 р. на базі відділення було створено новий Інститут фізики конденсованих систем НАН України (Постанова Президії НАН України № 213 від 7 вересня 1990 р. „Про створення у м.Львові Інституту фізики конденсованих систем АН УРСР” [7]). Головними напрямками його наукової діяльності стали розробка аналітичних методів статистичної фізики на основі методу колективних змінних, дослідження фазових переходів, неупорядкованих систем, рівноважних та нерівноважних властивостей твердих, рідких та аморфних систем, складних кристалічних сполук зі структурними і сегнетоелектричними фазовими переходами, а також комп’ютерне моделювання фізичних процесів і розрахунки основних фізичних характеристик конденсованих систем.

У 1972 р. І.Р. Юхновського було обрано членом-кореспондентом, у 1982 р. — академіком НАН України. У 1990—1998 рр. він працював головою Західного наукового центру НАН України. У різні роки вчений був головою секції статистичної фізики та проблемних рад з фізики твердого тіла і біофізики АН УРСР, членом Комісії з координації науково-дослідних робіт по проблемі „Фізика рідкого стану” при Науково-технічній раді Міністерства вищих навчальних закладів СРСР, редактором

фізичного збірника Львівського університету, членом редколегій „Українського фізичного журналу”, міжвідомчих збірників „Фізика рідкого стану” та „Фізика багаточастинкових систем”. Зараз вчений — голова редколегії збірника „Фізика конденсованих систем”, видавцем якого є Інститут фізики конденсованих систем НАН України.

У 1986 р. за цикл робіт „Математичні методи дослідження систем із спонтанно порушеною симетрією” йому була присуджена премія Академії наук СРСР ім.М.М.Крилова.

Високий рівень робіт в галузі статистичної фізики за науковою доповіддю учня І.Р. Юхновського М.Ф.Головка було відзначено спеціальною постановою Президії НАН України № 143 від 31.05.2000 р. „Про стан досліджень з фізики рідкого стану в Україні”, в якій було прийнято рішення вважати фізику рідин, рідких кристалів і макромoleкулярних систем одним з пріоритетних напрямів фундаментальних досліджень в установах відділень фізики і астрономії та хімії НАН України, а також створити при Президії НАН України Наукову раду з проблеми „Фізика рідкого стану”. У складі цієї ради було створено секцію статистичної фізики [8]. Діяльність ради висвітлено у книзі „Наукова рада з проблеми „Фізика м’якої речовини”. Короткий підсумок діяльності у період до 2006 р.” [9].

Цікаві спогади І.Р. Юхновського про навчання в університеті. „Я дуже сильно вчився. То страшно, як я вчився, — писав він. — Кожну лекцію конспектував, намагався по кілька разів перевірити себе, чи знаю її: ходив довкола стола і вголос розповідав матеріал, аж поки не досягав логічної ясності” [5, с.36].

Як учений І.Р. Юхновський сформувався під безпосереднім впливом робіт та ідей М.М. Боголюбова. З новими результатами, одержаними М.М. Боголюбовим в галузі статистичної фізики, познайомив студентів-теоретиків Львівського університету, в тому числі І.Р. Юхновського,

професор А.Ю. Глауберман. Він прочитав два спецкурси на основі монографій Боголюбова, що радикально змінили обличчя статистичної механіки: „Проблеми динамічної теорії в статистичній фізиці” (1946 р.) та „Лекції з квантової статистики” (1949 р.)

Ігор Рафаїлович був захоплений першою книгою, тим більше, що Боголюбов залишив відкритою проблему дослідження систем за наявності кулонівської та короткодійної взаємодії. У подальшому, розвинувши потужний метод колективних змінних, Ігор Рафаїлович побудував коректну теорію подібних систем.

Хоча інтереси багатьох випускників фізиків Львівського університету змістилися після успішного подолання розбіжностей в квантовій електродинаміці у квантову теорію поля (чому сприяла підтримка у Львові цієї тематики авторитетним фізиком Василем Степановичем Міліянчуком), проте Юхновський наполегливо і послідовно продовжував розробляти задачі статистичної фізики. Свою наукову діяльність на початку 50-х років він розпочав із застосування методу розвинень М.М. Боголюбова за плазмовим параметром для розрахунку бінарних функцій розподілу систем заряджених частинок. Ці результати лягли в основу кандидатської дисертації, більше як на десятиліття випередивши аналогічні дослідження зарубіжних вчених, відомих нині як техніка  $\gamma$ -впорядкування (наприклад [10,11]). У подальших роботах розвинутий метод буде застосований при розробці теорії високо-температурної рівноважної плазми, теорії розчинів сильних електролітів, а також теорії фазових переходів у системах з далекосяжними колективними кореляціями.

М.Ф. Головка згадував, що, написавши дисертацію, Ігор Рафаїлович поїхав до М.М. Боголюбова, якому дисертація сподобалась і він погодився бути опонентом на захисті. З тих пір доброзичливі наукові та людські взаємини поєд-

нували їх. Так, саме за порадою М.М. Боголюбова І.Р. Юхновський розвиває техніку функціонального диференціювання для коректного і рівноправного врахування короткосяжних і далекосяжних взаємодій, консультиється з М.М. Боголюбовим при написанні докторської дисертації [5, с.13].

Особливо тісні контакти виникають між ними, коли в 1969 р. І.Р. Юхновський очолив відділ керованого М.М. Боголюбовим Інституту теоретичної фізики НАН України. М.М. Боголюбов кілька разів приїжджав до Львова, а І.Р. Юхновський був постійним учасником конференцій, які організував М.М. Боголюбов у Дубні, Москві, Києві, Баку, Римі. Ігор Рафаїлович завжди підкреслює свою нерозривну приналежність до наукової школи М.М. Боголюбова.

Заслугою академіка Юхновського є не тільки плідна наукова, а також інтенсивна педагогічна діяльність, результатом якої стало формування у Львові потужного колективу дослідників у галузі статистичної фізики. Ігор Рафаїлович говорить: „Щоб мати учнів, треба спочатку самому напрацюватись, а тоді розроблений напрямок передати учням. Після цього слід братись і за вирішення нових проблем” [5, с.13]. Першими аспірантами І.Р. Юхновського в Академії наук стають Р.М. Петрашко, І.О. Вакарчук, П.П. Костробій. Одночасно Ігор Рафаїлович продовжує читати лекції в університеті, де в нього з'являються нові аспіранти М.В. Ваврух, Ю.К. Рудавський, які після закінчення аспірантури переходять працювати у Львівський відділ Інституту теоретичної фізики. Із задачами релятивістської фізики в колектив І.Р. Юхновського входить також Р.П. Гайда зі своїми учнями.

Вагомий внесок у становлення Інституту фізики конденсованих систем НАН України та у розвиток статистичної фізики конденсованої речовини зроблено також наступним поколінням учнів І.Р. Юхновського — членами-кореспондентами НАН України М.Ф. Головка та

І.М. Мриглодом, докторами фізико-математичних наук З.О. Гурським, Р.Р. Левіцьким, М.В. Токарчуком.

І.Р. Юхновський завжди серйозно ставився до підбору учнів. І.М. Мригloed згадує, як це трапилося з ним: „У науковій університетській бібліотеці до мене як старости групи „теоретиків” підійшов один із „юхнівців” — так інколи жартома називали тих, хто працював тоді під началом члена-кореспондента І.Р. Юхновського у новоствореному Львівському відділенні статистичної фізики Інституту теоретичної фізики АН УРСР. Це був Михайло Токарчук — тоді ще молодий спеціаліст, а нині доктор фізико-математичних наук, завідувач відділу. Мова пішла про те, що він отримав доручення від професора Юхновського запросити до відділення (першого на Західній Україні академічного підрозділу в галузі фізики) кращих із майбутніх випускників фізичного факультету. ...Найбільше мене вразило при тій розмові те, що Михайло Токарчук мав із собою список, складений особисто Юхновським на основі попереднього досвіду його спілкування зі студентами під час викладання квантової механіки та складання відповідного іспиту” [5, с.33]. І.М. Мригloed „...із великою приємністю відгукнувся на пропозицію Ігоря Рафаїловича виконувати у нього спершу дипломну роботу, а потім і роботу над кандидатською дисертацією. Відповідно після завершення навчання в університеті був зарахований на посаду провідного інженера до Львівського відділення статистичної фізики Інституту теоретичної фізики, який в той час очолював академік Давидов. Творча атмосфера відділення, де працювали тоді в основному порівняно молоді науковці, сприяла визначенню кола подальших інтересів — статистична фізика і об’єкти, які є предметом її вивчення”.

Говорячи про головні риси І.Р. Юхновського як вчителя, учні відзначають, що він надзвичайно щедрий. Свої ідеї він легко передає учням, підтримує їх, надихає на сміливість розвивати нові

наукові напрямки. Вміє оцінити і підтримати успіх своїх учнів, вважаючи, що учений-початківець обов’язково повинен отримати якнайшвидше свій перший науковий результат, щоб не розчаруватися у власних силах. У своїх вихованців він найбільше цінує ініціативу та індивідуальність, але таку, яка не зводиться до розмов, за нею повинна стояти активна позиція автора. Характеризуючи свого вчителя, І.М. Мригloed відзначав ті якості І.Р. Юхновського, які сприяли формуванню навколо нього потужної наукової школи: „Жителюбність, моральність, простота у спілкуванні, велика працездатність і наполегливість у досягненні мети, вміння запалити власним прикладом і включити в процес дослідження молодших колег і учнів”.

„Хоча з 1990 року І.Р. Юхновський в політиці, інтересу до наукових досліджень своїх учнів він не втрачає до цього часу. Недавно, у січні 2007 р., при обговоренні однієї з кандидатських дисертацій в ІФКС він запропонував нову цікаву ідею, яку під керівництвом М.П. Козловського зараз успішно розвивають”, — писав М.Ф. Головка.

При цьому учнів підкоряє особлива манера спілкування І.Р. Юхновського. З будь-якою людиною Ігор Рафаїлович завжди розмовляє однаково, кожен почуває себе з ним спокійно і просто, для кожного він знайде теплі задушевні слова, розмова з ним творчо збагачує. Розмовляти з Ігорем Рафаїловичем про фізику і легко, і складно. Легко тому, що він надзвичайно скромний, применшує свої знання, а найулюбленішою фразою, з якої починає розмову, є така: „Поясни мені, чому...”. Складно тому, що він намагається іти до глибин, до вичерпності розуміння.

„Для мене, як і для всіх своїх учнів, І.Р. Юхновський є величезним авторитетом. Спілкується з учнями завжди спокійно, доброзичливо, ніколи не підвищує голосу. Я завжди намагалася вирішити поставлену переді мною задачу

якнайкраще”, — писала учениця Ігоря Рафаїловича О.В. Пацаган.

І.М. Мриглюд додає: „Усе будувалося на простих і відвертих стосунках. Ігор Рафаїлович — терплячий і вимогливий вчитель, який завжди налаштований допомогти своїм учням. У тих нечисленних випадках, коли йому було важко відразу зорієнтуватися у технічних деталях чи новітніх віяннях, з якими прийшов до нього учень, він ніколи не соромився визнати те, що не дуже добре знає, про що йдеться, і говорив „Навчи мене”. Однак при цьому часто бувало й так, що він починав згадувати якусь віддалену аналогію із чимось подібним і ситуація могла миттєво змінитися — учень бачив, що в цій аналогії і є мабуть вихід. За технічними деталями і надто мудрими формулюваннями він завжди намагався побачити суть проблеми і поділитися з учнем. Дуже імпонує також те, що спілкування з ним ніколи не йшло по лінії „вчитель—учень”, а нагадувало скоріше розмову двох колег — досвідченого і мудрого та молодого і недосвідченого. Також думаю, що для Ігора Рафаїловича важливо бачити не лише суто формальну професійну основу для спілкування, але й особистість учня і його устремління відігравали не останню роль при цьому”.

Він далі так пише про атмосферу в колективі, керованому І.Р. Юхновським: „Академік Ігор Юхновський як науковий керівник і лідер установи вирізнявся серед інших насамперед незрозумілим поєднанням двох протилежностей — демократизм в усьому і максимальна вимогливість до кожного в реалізації уже прийнятих рішень. Перше сильно притягувало людей, налаштовувало на майже приятельські відносини і дозволяло легко вести діалог чи то на наукові, чи на будь-які інші теми. Друге іноді відштовхувало окремих з нас, бо вимагало уже праці, часу, великого терпіння, а подекуди і боротьби із собою. Ти міг мати інший погляд на предмет, але мав це довести, виконав-

ши усе необхідне і продемонструвавши явно, що є кращий варіант. Пустопорожні балачки тут не проходили. Водночас вражав демократизм Юхновського” [5, с.33—34].

І.Р. Юхновський завжди виявляє турботу та зацікавленість щодо своїх учнів. Так, М.Ф. Головка пише, що у спілкуванні з учнями переважають такі його риси, як доброзичливість, вимогливість, уважність та щедрість. „У 1965 році я вступив до аспірантури при кафедрі теоретичної фізики Львівського університету і був щасливий, що моїм науковим керівником погодився стати І.Р. Юхновський. З тих пір ось уже 35 років моє життя тісно пов’язане з ним. У тому, що мені вдалось досягнути за цей час, я зобов’язаний незмінній увазі та турботі, яку виявляв і виявляє до мене Ігор Рафаїлович не тільки як вчитель, а надзвичайно добра і чуйна людина”, — згадує М.Ф. Головка [5, с.12].

Турбота про популяризацію результатів учнів виявлялась також в тому, що він на конференції завжди намагається взяти із собою когось зі своїх вихованців, в будь-якому науковому виступі чи в розмові обов’язково згадає учнів, з якими він отримав той чи інший науковий результат. Наприклад, Ігор Рафаїлович регулярно знайомив М.М. Боголюбова із тематикою докторських дисертацій своїх учнів (І.О. Вакарчука, М.Ф. Головка, Ю.К. Рудавського, З.О. Гурського та інших).

Учні кажуть, що з ним завжди повчально обговорювати почуте на наукових зустрічах, а у вільний час цікаво походити по місту, відвідати музеї. Особлива любов у І.Р. Юхновському до Львова та Києва. Коли хтось з шановних гостей приїжджає до Львова, Ігор Рафаїлович показує гостю місто, причому кожна екскурсія не схожа на попередні.

Першим етапом роботи І.Р. Юхновського з учнями ставала постановка задачі. Ігор Рафаїлович вважав, що задачу треба ставити складну (але таку, яку

можна розв'язати) і формулювати її „з перших принципів”. Як один із принципів вибору задач академік Юхновський використовував критерій їх фундаментальності. Так, він часто наголошував, що задача має бути нетривіальною і складною, вона має відкривати велику широку проблематику і створювати перспективу на роки.

„Така постановка задачі давала свідоме розуміння проблеми, запал на все життя. Саме такий глибинний підхід до проблеми дав змогу І.Р. Юхновському та його учням зайняти провідні позиції в ряді наукових областей. Пам'ятаю, Ігор Рафаїлович говорив: „Це в Москві можуть дозволити собі розв'язувати прості задачі. Ми, позбавлені достатньої інформації, повинні копати глибоко, робити складні розрахунки, за які не беруться інші наукові групи”, — писав М.Ф. Головка [5, с.18]. „Постановка задачі на основі перших принципів статистичної фізики, строгість, точність математичних формулювань, ясність зроблених наближень, доведення досліджень з формул до графіків та використання отриманих результатів для інтерпретації експериментів”, — такі головні риси стилю та методів досліджень школи І.Р. Юхновського підкреслював М.Ф. Головка.

У колективі, керованому І.Р. Юхновським, були введені ним та діяли чіткі правила роботи з учнями та перевірки їх звітності. М.Ф. Головка так писав про це: „Мені поталанило бути серед перших вихованців І.Р. Юхновського. Коли в 1966 році після річного перебування в армії я приступив до навчання в аспірантурі, в Ігоря Рафаїловича було фактично 6 учнів, з якими він працював. Це Л.Ф. Блажиевський, який щойно закінчив аспірантуру, М.В. Ваврух, який в цей час був асистентом кафедри, аспірант Г.І. Бігун, я та ще два німецькі стажисти з Ростоцького університету Н. Альберент і Г. Крінке. Останній працює нині професором в Регенсбурзькому університеті й контакти з ним не пе-

рериваються. Крім того, ще час від часу з Луцького педінституту приїздив перший аспірант А.О. Некрот, який закінчив аспірантуру раніше і готував до захисту дисертацію. Були ще студенти, які готували під керівництвом І.Р. Юхновського свої дипломні та курсові роботи.

З кожним із нас Ігор Рафаїлович зустрічався один-два рази на тиждень. Був складений спеціальний графік: кожному відводився певний час. Однак часто бувало так, що зустрічі затягувались, і я мав можливість послухати розмову Ігоря Рафаїловича з іншими. Іноді ці зустрічі відбувалися на кафедрі, інколи вони переносилися на Коцюбинського, 11, де він проживав” [5, с.17].

Принциповою в роботі з учнями стала також втілена І.Р. Юхновським ідея „прослуховування” колективу, на якому кожен працівник розповідає про свої останні результати і плани на найближчий період. Такі „прослуховування” відбувалися щоквартально і не давали можливості для розслаблення та самозаспокоєння, вони згуртовували колектив, оскільки всі знали, що хто робить. Вони давали можливість, незважаючи на бурхливий ріст колективу, бути керівникові в курсі наукової роботи кожного працівника.

„Стиль праці і керування відділом був незвичний. У нас не було жорсткої, палочної дисципліни чи певних часових рамок приходу на роботу. Кожному працівникові відділу Ігор Рафаїлович формулював тему роботи, конкретні завдання, і кожні три місяці у нас відбувались „прослуховування”. Проходили вони, як правило, по середах і починалися десь о 10 годині ранку. Кожен працівник відділу виходив до дошки і розповідав, що йому вдалося зробити за цей час. Така доповідь тривала від 30 хвилин до однієї години, а інколи, якщо виникали запитання, і довше. Неважко зрозуміти, що таке прослуховування затягувалось до 15—16 годин, а зрідка переносилось і на наступний день, четвер. Так що не працювати, би-



ти байдики, хоча б кілька тижнів, не було найменшої змоги, бо це відразу виявилось б на черговому прослуховуванні”, — писав про свій досвід у роботі відділу З.О. Гурський [5, с. 130].

Наступна важлива ланка виховання учнів — це робота наукового семінару, що відбувався кожного четверга та відігравав важливу роль у становленні школи. „Відвідування цього наукового семінару було обов’язковим для кожного наукового працівника і аспіранта”, — писала учениця І.Р. Юхновського О.В. Пацаган. На семінарі Ігор Рафаїлович завжди виявляв доброзичливість, уважне ставлення до чужих робіт, вміння їх оцінити, підтримати, виявити нові проблеми. На першій погляд прості питання, задані ним, завжди торкаються прихованого змісту проблеми, що розглядається, і дають змогу краще її зрозуміти. Ігор Рафаїлович вимагає мати ясно сформульовані математичні перетворення та наближення, а тому на семінарах завжди цікаво. Питання обговорюється всебічно, з увагою до найменших дрібниць, що може тривати декілька годин. Саме чітка постановка проблеми та акуратна математична культура, культивована в колективі, стала в подальшому однією з характерних рис створеної ним школи.

„Особливо мені хочеться сказати про семінари цього інституту, — писав А. Свидзинський, — бо стиль їх роботи несе на собі відбиток висококультурної і шляхетної особистості директора інституту. Пишу про це тому, що в своєму житті відвідував багато фізичних семінарів, серед них відомі московські. Для багатьох з них характерне бажання принизити доповідача, довести йому його нікчемність, принаймні — відчуті власну неповноцінність. Такі риси стилю насправді лишали враження культурної неповноцінності активу учасників, попри високий суто науковий їх рівень.

Цього і сліду немає у Львові, і ти завжди відчуваєш, що знаходишся не просто в науковому осередку України, а

передусім у висококультурній установі, яка випромінює гуманний дух українського менталітету в його найкращих проявах. Доброзичливість і повага до доповідача разом з уважним і справедливим аналізом усіх аспектів його доповіді — ось що визначає атмосферу семінару” [5, с.40].

Така доброзичлива критика притягує на семінар до І.Р. Юхновського багатьох учених: з виступами приїжджають дослідники з Києва, Харкова, Одеси, Чернівців, Кишинева, Москви, Дубни, Санкт-Петербурга, Новосибірська, а також з Німеччини, США, Канади, Франції, Чехії, Угорщини та інших країн.

Важливим моментом підвищення кваліфікації майбутніх вчених ставали також лекції з квантової механіки, статистичної фізики та окремих розділів теоретичної фізики, які І.Р. Юхновський читав протягом майже 30 років на фізичному факультеті Львівського університету, старанно готуючись. На них, крім студентів, завжди ходили аспіранти, дослідники, а також викладачі університету. Ігор Рафаїлович підкоряв своєю барвистою мовою, інтелектуальністю, ясністю та чіткістю викладу матеріалу. „Заняття як одкровення”, — так відзивались учні про ці лекції.

„Цей курс (як і особа лектора) був легендарним і більшість студентів-теоретиків із задоволенням його відвідували. Саме за таких обставин мав змогу зустріти людину, яка зробила в подальшому величезний вплив на усю мою подальшу долю”, — писав І.М. Мриггод.

Значну роль у формуванні наукової школи І.Р. Юхновського відіграли також численні конференції та наради, які проводить колектив під його керівництвом. Ще в 1969 р. він домовляється з М.М. Боголюбовим про організацію у Львові регулярних нарад з актуальних проблем статистичної фізики (1969, 1970, 1971, 1972, 1975, 1982 рр.). Пізніше тут проводяться всесоюзна школа з теорії твердого тіла, Міжнародна школа з фізики іонної сольватації (1983 р.), Другий радянсько-

італійський симпозіум з математичних проблем статистичної фізики (1985 р.), Всесоюзна конференція „Сучасні проблеми статистичної фізики” (1987 р.), робочі наради „Aqueous solutions: The problems of radioactive impurities” (1997 р.) та „Modern problems of soft matter theory” (2000 р.), а також інші заходи, які сприяли росту наукового авторитету школи І.Р.Юхновського. „Дещо модифікувалися назви цих зібрань, але на них завжди були присутні найвідоміші фахівці з Росії (Боголюбов та його послідовники), України (представники Києва, Харкова, Одеси та інших міст), Молдови (брати Москаленки і їх учні) тощо. Згодом ці наукові форуми почали відвідувати також і вчені поза меж колишнього СРСР. Традицію таких конференцій, яка була частково перервана наприкінці 80-х, нам вдалося відновити у 2005 році, коли Ігор Рафаїлович святкував свій 80-літній ювілей.

Окрім цього циклу конференцій, за ініціативи Юхновського започатковані Чорнобильські читання (раз на 5 років фахівці збираються і обговорюють властивості паливовмісних матеріалів в об'єкті „Укриття” в контексті їх зміни і впливу на прогнозні оцінки). Ним також організовувалися різнопланові конференції та робочі наради з багатьох проблем, що важливі для майбутнього України. Так, можна пригадати навчальні семінари початку 90-х з питань сучасної математичної економіки, де читалися курси відомими іноземними вченими; „круглі столи” і наради з питань інформаційних технологій, які організовувалися із середини 90-х, а особливо слід відзначити намагання встановити більш тісні зв'язки між вченими та виробниками, що знайшло своє відображення, зокрема, в україно-французькому симпозіумі „Наука та індустрія”, який був організований у Львові в 1993 році за активного сприяння Юхновського”, — згадував І.М. Мриглюд.

Ще одну школу проходять учні в Ігоря Рафаїловича. Молоді науковці активно

залучаються до керівництва колективом. У різні часи заступниками І.Р. Юхновського як керівника були З.О. Гурський, М.В. Ваврух, Р.М. Петрашко, І.О. Вакарчук, М.А. Кориневський. Інші співробітники проходять цю школу на посаді вченого секретаря колективу: в різні часи її обіймали Ю.К.Рудавський, М.Ф. Головка, М.П. Козловський, І.М. Мриглюд.

У поле зору І.Р. Юхновського потрапляють і побут та відпочинок його працівників. Він переконаний, що добре організований і фізично активний вільний час сприяє не тільки зміцненню здоров'я, а й позитивно впливає на ефективність основної роботи, стимулює виконання нових науково-дослідних тем. „Можливо, що в такій високій фізичній культурі, самодисципліні та організованості й є один із секретів доброго здоров'я, високої працездатності та творчого довголіття Ігоря Рафаїловича”, — писав З.О. Гурський [5, с. 132].

До цієї діяльності Ігор Рафаїлович залучає профспілкову організацію, яку в різні часи очолювали В.С. Височанський, М.В. Ваврух, Ю.К. Рудавський, І.М. Ідзик, а сьогодні — П.А. Глушак. При цьому організовуються виїзди на природу, в Карпати. Пам'ятними стають постійні спільні зустрічі Нового року. Більшість працівників зобов'язані Ігорю Рафаїловичу також розв'язанням своїх квартирних питань.

„Незважаючи на дистанцію в посадах і званнях, він міг вислухати усі твої проблеми — наукові чи то сімейні — і тут же зробити все для їх практичного вирішення. Тому багато із нас, співробітників відділення, а тепер Інституту фізики конденсованих систем НАН України, багато чим завдячують йому за вчасний дзвінок, прописку у його ж квартирі, вдале звернення чи лист, влаштування дітей у садок чи школу... І при цьому найбільше дивувало те, що більшість із таких розмов „провокувалися” ним же ж, виходячи із твого настрою, тональності розмови чи наявності

у нього інформації. Так формувався і виховувався колектив «однодумців», — писав про стиль спілкування свого вчителя І.М. Мриглод [5, с.34].

„Загалом особливість спілкування з академіком Юхновським полягала в тому, що він не лише вчив основ фізичного сприйняття світу, але й багато в чому сильно впливав на оточуючих в інших напрямках світосприйняття. Для мене особисто школа Юхновського не лише в статистичній фізиці, але й у вмінні сприймати людей, ставленні до жінки, повазі до історії своєї держави та багатьох інших аспектах життя, які визначають особистість в цілому. Від Юхновського отримав також перші уроки організаційної роботи, навички публічних виступів, вміння слухати співрозмовника і виділяти при цьому основне. З Ігорем Рафаїловичем досі часто спілкуюся і отримую від того справжнє задоволення”, — додавав він.

Багато учнів І.Р. Юхновського набутий досвід керівництва розвивають на нових посадах: сьогодні І.О. Вакарчук та Ю.К. Рудавський є ректорами двох найбільших навчальних закладів Львова — Львівського національного університету імені Івана Франка та Державного університету „Львівська політехніка”, а В.С. Височанський та П.П. Костробій є проректорами цих університетів. І.А. Процикевич є директором Української науково-дослідницької мережі УАРНет.

Незважаючи на нелегкі економічні часи, Інститут фізики конденсованих систем НАН України зберіг основний склад колективу. Цьому, безумовно, сприяє генерований його керівником добрий дух працьовитості, наукової та людської порядності, душевної стійкості та пріоритетності наукової праці.

Ключове місце в науковому доробку академіка Юхновського займає побудова наприкінці 50-х років ХХ ст. методу колективних змінних у класичній та квантовій теорії для опису колективних ефектів у системах взаємодіючих частинок, створеного на основі узагальнення

попередніх результатів для систем заряджених частинок. На основі даного методу І.Р. Юхновським з учнями виконано дослідження в галузі теорії іонно-молекулярних систем, електронного газу в металах, високотемпературної плазми, бінарних сплавів тощо.

Спроби здійснити у статистичному описі перехід до простору колективних координат, які б давали змогу адекватно описувати колективні ефекти, робили Дж. Пайнс, Д. Бом, Ж. Перкус, Г. Йевік, М.М. Боголюбов та Д.М. Зубарев [12—14]. Однак у більшості цих робіт колективні координати розглядалися як зайві чи додаткові. І.Р. Юхновський запропонував схему розрахунку якобіану, що дало змогу послідовно одержати математично-коректне функціональне представлення для статистичної суми уже в просторі колективних змінних, врахувати кореляції між флуктуаційними хвилями, за допомогою чого вийти за межі гауссового наближення.

Колективні змінні в методі Юхновського використовувалися для опису далекосяжних кулонівських взаємодій, але оскільки в системі частинок є ще й короткосяжні взаємодії, то Ігор Рафаїлович одразу приходить до ідеї виділення системи відліку шляхом усереднення функції переходу до колективних змінних по підсистемі з короткосяжною взаємодією. Ідея системи відліку стала ефективною в теорії різноманітних конденсованих систем, зокрема рідин і розчинів. Розвинутий метод І.Р. Юхновський застосовує до опису іонно-дипольних систем, що стало базою побудови мікроскопічної теорії розчинів електролітів, яка базується на рівноправному врахуванні всіх можливих взаємодій між іонами електроліту та молекулами розчинника.

Другий етап у розвитку методу колективних змінних пов'язаний із застосуванням його до опису квантових систем взаємодіючих частинок. Суть запропонованого в 1964 році І.Р. Юхновським

підходу, названого методом зміщень і колективних змінних, полягала у послідовному виділенні із квантового статистичного оператора еволюції, заданого на множині декартових координат, частинок такої частини, що характеризує взаємодію квантових хвильових пакетів частинок і виражається через колективні змінні.

Запропонований підхід виявився продуктивним в теорії різноманітних фермі- та бозе-систем взаємодіючих частинок, таких як високотемпературна плазма та електронний газ в металах. Досвід показав, що метод зміщень та колективних змінних виявився одним з найефективніших. Особливо плідними були його застосування до кількісної мікроскопічної теорії рідкого гелію. Першим почав використовувати з Ігорем Рафаїловичем цей підхід в теорії високотемпературної плазми Л.Ф. Блажівський, який розробляє як рівноважну статистичну теорію релятивістських систем заряджених частинок, так і нерівноважний статистичний опис релятивістської плазми.

Новий етап розвитку методу колективних змінних настає на початку 70-х років і пов'язаний з розробкою І.Р. Юхновським статистичної теорії фазових переходів другого роду [15].

Наприкінці шістдесятих років стало зрозуміло, що специфічні критичні явища, які спостерігаються поблизу фазових переходів другого роду, зумовлені насамперед сильними кореляціями в системі. Ця обставина призводить до часткової втрати інформації про мікроскопічні деталі, а також до уніфікації поведінки у формально різних фізичних системах. Підхід І.Р. Юхновського вирізнявся послідовною мікроскопічністю. Він поставив задачу розробити теорію, яка б давала можливість починати із розгляду певної конкретної мікроскопічної моделі та бачити, в якій саме спосіб формується універсальна поведінка, на прикладі саме цієї моделі, а також дослідити прояв деталей міжчастинкових взаємодій на по-

ведінці термодинамічних характеристик. В основу підходу І.Р. Юхновський кладе ідею про те, що статистичний опис процесу фазового переходу має здійснюватися у відповідному для кожної фізичної системи фазовому просторі колективних змінних, серед яких є змінні, пов'язані з відповідним параметром порядку. Ідеологія, сформульована при створенні цієї непертурбаційної ренормгрупової теорії, в 70-ті роки оформилася у метод поширеного інтегрування, на основі якого вдалося отримати багато результатів, які начисто демонстрували механізм виникнення ренормгрупової симетрії і формування універсальної поведінки поблизу переходу другого роду на прикладах конкретних моделей статистичної фізики. Важливо, що у методі колективних змінних параметр порядку отримується природним чином, а не вводиться ззовні, як це має місце у феноменологічній теорії фазових переходів другого роду Л.Д. Ландау.

Разом з учнями Ігор Рафаїлович розвиває теорію фазових переходів у магнітних системах, сплавах, сегнетоелектричних системах, рідинах та розчинах. Даний метод було узагальнено для дослідження фазових переходів у дво-, три- та багатокомпонентних сплавах, гелії, моделі Гейзенберга, в неупорядкованих магнітних системах, сегнетоелектриках, для критичної точки рідина—пара. Запропонований метод містить у собі також потенційні можливості застосування для таких об'єктів, як флюїди в пористих середовищах, самоорганізовані та самоасоційовані системи.

„Про одне його наукове досягнення хочеться сказати бодай кілька речень — маю на увазі дослідження з теорії фазових переходів II роду, зокрема з теорії тривимірної моделі Ізінга, — писав А. Свідзинський. — Знаю особисто не одного фізика-теоретика, а часом і математика, який, надихаючись блискучим результатом Онзагера щодо двовимірної моделі, виходив на черговий штурм тривимірної моделі. Однак про-

блема не піддавалася героїчним зусиллям: точного розв'язку не дав ніхто. Проблемою займався Ігор Рафаїлович. Він застосував свій улюблений метод колективних змінних, які вигідні при описі фазового переходу тим, що серед них знаходиться параметр впорядкування. ...Ігор Рафаїлович розвинув техніку пошарового інтегрування, починаючи зі змінних з великим значенням квазіімпульсу і далі — з меншими. На цьому шляху було розкрито мікроскопічний механізм фазового переходу, появу скейлінгового режиму, теорії подібності. ... Я згадую той величезний інтерес, навіть ентузіазм, який викликала ця робота Ігоря Рафаїловича на найвищих (і найвимогливіших) наукових форумах Москви” [5, с.41].

Метод колективних змінних, розвинутий спочатку для моделей заряджених частинок, був успішно застосований для опису різноманітних реальних систем. Зокрема, побудовано іонно-молекулярний підхід в теорії розчинів електролітів, в якій всі міжчастинкові взаємодії (як іонів електроліту, так і молекул розчинника) враховуються рівноправно.

Перші спроби в галузі теорії розчинів були зроблені І.Р. Юхновським спільно з А.О. Некротом і присвячені опису іонно-дипольних систем. Починаючи з 60-х років І.Р. Юхновський розвиває іонно-молекулярний підхід у теорії розчинів електролітів. Згодом цей підхід був узагальнений на системи з довільною електростатичною взаємодією, що привело до важливого досягнення — побудови мікроскопічної теорії розчинів електролітів (І.Р. Юхновський, М.Ф. Головка та ін.) [16]. Тут далекосяжні взаємодії описувались у фазовому просторі змінних, а короткосяжні — у фазовому просторі індивідуальних координат частинок. Проведені дослідження показали вирішальну роль молекулярного розчинника у формуванні багатьох властивостей розчинів електролітів (І.Р. Юхновський, М.Ф. Головка, В.С. Височанський, А.В. Попов).

Започаткований І.Р. Юхновським та його учнями іонно-молекулярний підхід у теорії електролітів успішно використовується при розв'язанні різних конкретних задач. Так, у працях І.Р. Юхновського, М.Ф. Головка, І.Й. Куриляка, Є.М. Сов'яка теорію розчинів електролітів було узагальнено на просторово-обмежені системи: електролітичні плівки та мембрани. Ідеї розділення потенціалів на коротко- та далекосяжну частини та побудови групових розв'язків для кореляційних функцій просторового розподілу іонів і молекул були використані М.Ф. Головком, А.Д. Трохимчуком та К. Хайцингером для розробки підходу, в основі якого поєдналися методи комп'ютерного моделювання та теорії рідин.

Результати, отримані методом колективних змінних, також були використані в працях М.Ф. Головка, О.О. Пізіо та інших при побудові теорії іонних розплавів. Ю.В. Калужним розвинуто атом-атомний підхід до опису розчинів електролітів, який ґрунтується на конкретній деталізації реальної структури молекул та розподілу їх зарядів. У рамках такого підходу відкриваються широкі можливості для кількісного опису впливу розчинника на хімічні реакції.

Іонно-молекулярний підхід використовується в роботах М.В. Токарчука для опису нерівноважних властивостей розчинів електролітів. Узагальнену модель іонно-молекулярних систем, в якій присутність компенсуючого поля враховується явним чином, було розвинуто у роботах І.А. Процикевича та М.Ф. Головка.

Побудована мікроскопічна теорія розчинів електролітів має важливе прикладне значення для передбачення їх термодинамічних і структурних властивостей у різних зовнішніх умовах. Зокрема, отримані результати для електролітичних плівок сприяють розумінню на мікроскопічному рівні явища опріснення електролітів, перш за все води [17]. Результати досліджень класичних

систем взаємодіючих частинок методом колективних змінних підсумовано в 1980 р. у монографії І.Р. Юхновського та М.Ф. Головка „Статистична теорія класичних рівноважних систем” [16].

У полі уваги Ігоря Рафаїловича також є проблеми нерівноважної статистичної фізики, а саме як результати, отримані для рівноважного випадку, використати для опису нерівноважних властивостей. Ця задача в колективі І.Р. Юхновського розв’язується в роботах М.В. Токарчука, І.М. Мриглода та їх учнів. Однією з таких проблем є проблема опису зворотно-осмотичних процесів мембранної фільтрації (М.В. Токарчук, Р. Желем). Інша актуальна задача стосується досліджень фізичних процесів, що проходять у ядерній магмі четвертого блоку Чорнобильської АЕС, та вивчення дифузійних процесів поширення радіонуклідів.

Метод зміщень і колективних змінних розвивали також Л.Ф. Блажиевський — в теорії високотемпературної плазми, М.В. Ваврух — в теорії квантових фермі-систем, І.О. Вакарчук — в теорії квантових бозе-систем. Ідеї І.Р. Юхновського в теорії фазових переходів втілюють його учні Ю.К. Рудавський, М.П. Козловський, З.О. Гурський та інші.

Принципово важливою задачею стало узагальнення методу колективних змінних для квантових систем взаємодіючих частинок. При переході до опису квантових систем необхідно врахувати ефекти, зумовлені квантовим характером руху частинок і наявністю спіну. У працях І.Р. Юхновського та його учнів М.В. Вавруха, Г.І. Бігуна, П.П. Костробія починаючи з 1964 р. було розраховано енергетичні характеристики електронного газу неперехідних металів — середню та вільну енергію, теплоємність і енергію зв’язку неперехідних металів, а також рівняння стану виродженого електронного газу.

Особливо слід відзначити низку робіт, присвячених розв’язанню ще одного актуального завдання в теорії електронного газу: дослідженню бінарної функції про-

сторового розподілу електронів сильно неідеального електронного газу. Так, коректний опис кореляцій на близьких відстанях між електронами та правильної асимптотичної поведінки бінарної функції електронів у цьому випадку стосовно густин, типових для металів, було здійснено І.Р. Юхновським і Р.М. Петраш-ком. Ними було вперше чітко сформульовано ідею узагальнення класичних групових розкладів на квантові системи взаємодіючих частинок [18,19].

Два оригінальні методи опису сильно неідеального електронного газу було запропоновано в працях М.В. Вавруха. Це квантові групові розклади і модифікований метод зміщень.

Базисний підхід з виділенням системи відліку, для якої відомий точний розв’язок, був використаний у дослідженні різноманітних фізичних об’єктів. Зокрема, ідея І.Р. Юхновського про розгляд короткосяжних взаємодій у просторі індивідуальних координат частинок, а далекосяжних — у фазовому просторі колективних змінних була далі розвинена в його працях спільно з Р.Р. Левицьким та С.І. Сороковим, присвячених дослідженню класу матеріалів, які описуються псевдоспіновими моделями. До нього належать сегнетоактивні сполуки із водневими зв’язками, низьковимірні магнетики.

Особливо ефективним метод зміщень і колективних змінних виявився при описі бозе-систем. Необхідність виконання робіт у цьому напрямку впливала із потреби побудови кількісної мікроскопічної теорії рідкого гелію-4, який був предметом інтенсивних теоретичних і експериментальних досліджень, зокрема у роботах П.Л. Капіци, Л.Д. Ландау та М.М. Боголюбова.

За допомогою цього методу І.Р. Юхновським, І.О. Вакарчуком та їх учнями у доброму узгодженні з експериментальними даними вивчені основний і слабозбуджений стани рідкого гелію. Було знайдено хвильові функції основного та слабкозбуджених станів із врахуванням чотири-

частинкових кореляцій, розраховано енергію основного стану та спектр елементарних збуджень, отримано структурні функції та проаналізовано проблему бозе—ейнштейнівської конденсації. У працях І.О. Вакарчука запропоновано новий метод розрахунку матриць густини класичних і квантових багаточастинкових систем, побудована кількісна теорія явища бозе—ейнштейнівської конденсації в надплинному гелії [20].

Львівською школою статистичної фізики розроблялась також теорія псевдопотенціалу — ефективного потенціалу електрон-іонної взаємодії в реальних металах і сплавах. У теорії псевдопотенціалу можна виділити два основні напрями. Більш ранній з них — моделювання псевдопотенціалів простими аналітичними функціями з декількома параметрами. З.О. Гурським і Т.Л. Краском запропоновано модельний двопараметричний псевдопотенціал для опису електрон-іонних взаємодій в неперехідних металах, який інтенсивно використовувався при дослідженні широкого кола фізичних властивостей неперехідних металів і сплавів в твердому й рідкому станах.

Синтез методів псевдопотенціалів та колективних змінних виявився надзвичайно плідним. У працях І.Р. Юхновського, З.О. Гурського та І. Зеленчука розвинута теорія термодинамічних властивостей бінарних сплавів заміщення неперехідних металів [21]. У сплавах, на відміну від моделі Ізінга, коефіцієнти якобіану переходу до колективних змінних є складними функціями хімічних потенціалів компонентів сплаву (З.О. Гурський, В. Кулинич).

Ідея І.Р. Юхновського про виділення системи відліку виявилась ефективною також при побудові теорії термодинамічних властивостей сплавів з урахуванням теплових коливань та локальних статичних зміщень атомів (З.О. Гурський, Я. Чушак, Ю. Хохлов).

У середині 70-х років були закладені основи третього ключового напрямку

досліджень школи І.Р. Юхновського — сучасної мікроскопічної теорії фазових переходів II роду.

Вихідною точкою цих досліджень стала робота з обґрунтування форми базисного розподілу другого роду, виконана спільно з Ю.К. Рудавським. У роботах І.Р. Юхновського та Ю.К. Рудавського [22,23] побудовано представлення статистичної суми моделі Ізінга в просторі спінових колективних змінних, що мають зміст фур'є-компонент функцій спінової густини. У рамках отриманого представлення було введено поняття базисного розподілу, який є необхідним для опису поведінки системи в околі критичної точки. На основі аналізу діаграмних рядів для спінової кореляційної функції було доведено, що для адекватного опису критичної поведінки тривимірної моделі Ізінга в околі температури фазового переходу необхідно використовувати негауссовий четверний базисний розподіл, який, крім гауссового члена, повинен містити ще і четверту степінь спінових функціональних змінних.

Дослідження одержаних рекурентних співвідношень здійснювалось з використанням як числових, так і аналітичних методів. Були проаналізовані різні можливі підходи до розв'язання цієї задачі ( $z$ -розклад — спільно з М.А. Козловським,  $g$ - та  $P$ -розклади — спільно з І.О. Вакарчуком, Ю.К. Рудавським, В.О. Коломійцем та Ю.В. Головачем,  $1/s$ -розклад — спільно з І.М. Мриглодом) і встановлено, що поблизу критичної точки спостерігається особливий критичний режим, в якому виникає новий тип симетрії, а саме симетрія ренормалізаційної групи. Основним наслідком появи такої симетрії є виникнення універсальних характеристик, що залежать лише від загальних властивостей модельної системи.

У працях І.О. Вакарчука, Ю.К. Рудавського та Ю.В. Головача метод був узагальнений на багатоконпонентні спінові моделі. Основна увага зверталась на

опис універсальних властивостей цієї моделі з використанням диференціальних рівнянь ренормалізаційної групи. Вперше такі комплексні розрахунки універсальних (критичні показники) та неуніверсальних (теплоємність, сприйнятливність, температура фазового переходу) величин для температур, як нижче, так і вище від критичної, були виконані І.Р. Юхновським та М.П. Козловським наприкінці 70-х — на початку 80-х років на прикладі моделі Ізінга. У подальшому І.Р. Юхновський, М.П. Козловський та І.В. Пилюк дослідили залежність неуніверсальних характеристик моделі Ізінга від мікроскопічних параметрів моделі, зокрема вигляду потенціалу [24].

Вивченню особливостей передперехідної поведінки та опису фазового переходу в системі з багатокомпонентним параметром порядку присвячено роботи, виконані І.М. Мриглодом [25]. Зокрема, було показано, що системи з переходами типу зміщення та типу лад—безлад можуть досліджуватись в рамках єдиної схеми, а особливості динамічного структурного фактору для систем типу зміщення, відомі як проблема центрального піку, знаходять своє логічне пояснення у формалізмі утворення передперехідних кластерів упорядкування.

Важливим виявилось поширення методу колективних змінних на ізінговські системи з анізотропними взаємодіями, наприклад на одновісні сегнетоелектрики типу лад—безлад, де визначальну роль відіграє дипольна взаємодія. Для таких систем І.Р. Юхновським та М.А. Кориневським запропоновано схему поширеного інтегрування, що враховує анізотропію міжчастинкового потенціалу. Ця схема була згодом в середині 80-х років використана для дослідження ними моделі кластерного сегнетоелектрика [26]. Вагомим є внесок І.Р. Юхновського у розвиток теорії фазових переходів у неперервних системах — флюїдах (І.Р. Юхновський, І.М. Ідзик, В.О. Коломієць).

Метод колективних змінних з виділеною системою відліку І.Р. Юхновським спільно з О.В. Пацаган було поширено на випадок класичних багатокомпонентних сумішей. У працях І.В. Стасюка, Р.Р. Левицького і М.А. Кориневського отримано ефективний квазіспінфононний гамільтоніан сегнетоактивних сполук типу  $\text{KN}_2\text{PO}_4$ . У рамках кластерного наближення розраховано і досліджено вільну енергію та деякі динамічні властивості сегнетоелектриків і антисегнетоелектриків даного типу. Запропонована кількісна мікроскопічна теорія релаксаційних явищ та термодинамічних властивостей квазіодновимірних сегнетоелектриків з водневими зв'язками (Р.Р. Левицький, І.Р. Зачек).

Ідея базисного підходу була наприкінці вісімдесятих років поширена на квантові системи типу лад—безлад, що описуються псевдоспіновими моделями (сегнетоелектрики з водневими зв'язками, ізінговські магнетики тощо). З метою дослідження таких квазіспінових систем з коротко- і далекодіючими взаємодіями І.Р. Юхновським, Р.Р. Левицьким та С.І. Сороковим розроблений самоузгоджений метод.

Важливим напрямом наукової діяльності відділення на початку 50-х років стає вивчення оптичних явищ у складних кристалічних системах. І.В. Стасюком та його учнями запропоновано новий мікроскопічний підхід до вивчення індукованих оптичних ефектів першого порядку в діелектричних кристалах іонного типу.

Потреби технічного прогресу в нових перспективних матеріалах привели до бурхливого розвитку порівняно молодій галузі фізики — фізики неупорядкованих систем. Наприкінці 70-х років у Львівському відділенні статистичної фізики ІТФ АН УРСР розпочалось активне вивчення двох перспективних класів неупорядкованих систем — аморфних і рідких магнетиків (І.Р. Юхновський, І.О. Вакрчук, Ю.К. Рудавський, Г.В. Понеділок). Відомо, що у критичній області



точки фазового переходу головну роль відіграють розмірність простору, число компонент спіну, симетрія гамільтоніану. У зв'язку з цим І.В. Вакарчуком спільно І.Р. Юхновським та Ю.К. Рудавським отримано представлення функціональним інтегралом статистичної суми моделі Стенлі, яка описує критичну поведінку систем з багатокомпонентним виродженням параметром порядку.

У зв'язку з появою у 60-х роках потужних джерел електромагнітного випромінювання актуальною виявилася задача про статистичні властивості системи атомів, частина з яких в результаті зовнішньої дії перебуває у збудженому електронному стані. Такі системи можуть розглядатись як квазірівноважні. Детальне дослідження резонансних взаємодій у групах трьох, чотирьох і більше атомів, встановлення їх істотно багаточастинкового характеру, вивчення їх залежності від просторової конфігурації атомів стало предметом досліджень, розпочатих І.Р. Юхновським на початку 70-х років ХХ ст. разом з Р.Кадоб'янським, а згодом — з Р.Р.Левицьким і О.В. Держком.

Великий потік експериментальних досліджень в галузі фізики твердого тіла, створення нових нетрадиційних матеріалів, відкриття високотемпературної надпровідності, а також потреби сучасного виробництва ставлять нові задачі перед сучасною статистичною фізикою. Невипадково із самого початку переходу на роботу в Академію наук Ігор Рафаїлович приділяє значну увагу застосуванню комп'ютерних методів у статистичній фізиці. В інституті здійснюються прикладні дослідження в галузі комп'ютерних та інформаційних технологій; процесів, що відбуваються з лавоподібними паливовмісними ма-

теріалами в об'єкті „Укриття” [27]; взаємодії ядерної магми з водою на Чорнобильській атомній електростанції, проблеми гетерогенного каталізу та паливних комірок; розробки оптичних елементів голографічних систем розпізнавання образів, процесів мембранної фільтрації.

Викладені наукові результати, особисті риси як людини та педагога, прагнення творити в колективі привели до формування навколо І.Р. Юхновського наукового колективу, який можна ідентифікувати як авторитетну наукову школу в галузі статистичної фізики. Ядро її складають члени-кореспонденти Національної академії наук України М.Ф. Головка та І.М. Мриглод, доктори наук І.О. Вакарчук, Ю.К. Рудавський, М.В. Ваврух, Р.Р. Левицький, М.П. Козловський, Л.Ф. Блажієвський, З.О. Гурський, М.А. Кориневський, М.В. Токарчук, В.І. Третяк, Ю.В. Калужний, Ю.В. Головач, П.П. Костробій, Ю.В. Козицький, Р.М. Петрашко, Т.М. Брик, О.В. Держко, М.В. Шовгеньюк, І.Р. Зачек, кандидати наук Г.І. Бігун, В.С. Височанський, П.А. Глушак, М. Габаші, О.Л. Іванків, І.М. Ідзик, В.О. Коломієць, С.С. Коцур, І.Й. Куриляк, А.О. Некрот, О.В. Пацаган, О.М. Попель, О.О. Пізію, П.М. Слободян, Є.М. Сов'як, С.І. Сороков, С.Р. Баран, О.Л. Гонопольський, О.Я. Сабан, А.В. Попов, М. Зеленчук, В.Є. Шпитко, Я.М. Ільницький, І.В. Пиллюк, М.А. Шпот.

Стиль наукової роботи даної школи, як підкреслювала О.В. Пацаган, можна характеризувати так: „вибрати дуже складну та актуальну проблему і здійснювати її дослідження систематично, починаючи з мікроскопічних взаємодій”.

1. *Ігор Рафаїлович Юхновський* / М.А. Кориневський (відп.ред.), Н.Я. Гривнак (уклад.), М.Ф. Головка (авт.вступ.ст.). — К. : Наук. думка, 1995. — 84 с. — (Біобібліографія вчених України).

2. *До 60-річчя від дня народження І.Р.Юхновського* // Укр. фіз. журн. — 1985. — Т.30, № 8. — С. 1273—1274.

3. *60-річчя академіка І.Р.Юхновського* // Вісн. АН УРСР. — 1985. — № 8. — С.110.

4. 70-річчя академіка І.Р.Юхновського // Вісн. АН УРСР. — 1995. — № 9—10. — С.102—103.
5. *Формули життя і творчості академіка Юхновського: Есе, інтерв'ю, хроніка* / В.Й. Здоровега (ред.). — Львів, 2000. — 160 с.
6. *Архів* Президії НАН України, ф.251Р, оп.№ 2, спр. № 67, арк. 139—141.
7. *Архів* Президії НАН України, ф.251Р, оп.№ 12, спр. № 10, арк. 3—4.
8. *Архів* Президії НАН України, ф.251Р, оп.№ 6, спр. № 7, арк. 138—140.
9. *Наукова рада з проблеми „Фізика м'якої речовини”*. Короткий підсумок діяльності у період до 2006 р. — Львів; К., 2006. — 104 с.
10. *Stell G., Lebowitz J.L.* // J.Chem.Phys. — 1968. — Vol.49. — P.3706.
11. *Anderson H.C., Chandler D.* // J.Chem.Phys. — 1970. — Vol.53. — P.547.
12. *Bohm D.* General Theory of Collective Coordinates, Wiley, 1959.
13. *Yevick G.J., Perkus J.K.* // Phys. Rev. — 1956. — Vol.101. — P.1186—1192.
14. *Боголюбов Н.Н., Зубарев Д.Н.* // ЖЭТФ. — 1955. — Т.28. — С.129.
15. *Юхновский И.Р.* Фазовые переходы II рода. Метод коллективных переменных. — Киев: Наук. думка, 1985. — 223 с.
16. *Юхновский И.Р., Головкин М.Ф.* Статистическая теория классических равновесных систем. — К.: Наук. думка, 1980. — 372 с.
17. *Юхновский И.Р., Духин С.С., Антонченко В.Я.* Мембранное опреснение и статистическая физика // Вісн. АН УРСР. — 1979. — № 12. — С.84—85.
18. *Юхновский И.Р., Петрашко Р.Н.* Асимптотика бинарной функции распределения нормальных ферми-систем / АН УССР. Ин-т теорет. физики. — Препринт ИТФ-72-2Р. — Киев, 1972. — 37 с.
19. *Юхновский И.Р., Петрашко Р.Н.* Исследование бинарной функции распределения вырожденного электронного газа на малых расстояниях // Теорет. и мат. физика. — 1973. — Т.17, № 2. — С.250—262.
20. *Юхновский И.Р., Вакарчук И.А.* Применение метода смещений и коллективных переменных к системам взаимодействующих бозе-частиц. — Киев: Наук. думка, 1972. — 36 с.
21. *Юхновский И.Р., Гурский З.А.* Квантовоклассическая теория неупорядоченных систем. — Киев: Наук. думка, 1991. — 280 с.
22. *Юхновский И.Р., Рудаковский Ю.К.* Представление коллективных переменных для модели Изинга // Укр.физ.журн. — 1977. — Т. 22, № 1. — С.50—59.
23. *Юхновский И.Р., Рудаковский Ю.К.* Обоснование формы базисного распределения вблизи фазового перехода в модели Изинга // Докл. АН СССР. — 1977. — Т. 233, № 4. — С.579—582.
24. *Юхновський І.Р., Козловський М.П., Пиллюк І.В.* Мікроскопічна теорія фазових переходів у тривимірних системах. — Львів: Євросвіт, 2001. — 592 с.
25. *Юхновский И.Р., Мриглод И.М.* Исследование приближенных рекуррентных соотношений  $n$ -компонентной модели для больших значений параметров разбиения  $s$ . — Киев: Наук. думка, 1984. — 23 с.
26. *Юхновский И.Р., Кореневский Н.А.* Интегрирование статистической суммы системы двухчастичных кластеров в методе коллективных переменных. Рекуррентные соотношения. — Киев: Наук. думка, 1984. — 23 с.
27. *Модельювання процесів вакансійного розбухання, міграції водню й гелію в лавиноподібних паливовмісних матеріалах (ЛПВМ). Теплові клини в ЛПВМ* / І.Р.Юхновський, П.А.Глушак, О.С.Захар'яш, М.В.Токарчук // Проблеми Чорнобиля. — 2002. — Вип.11. — С.11—22.

**Одержано 16.11.2006**

А.С. Литвинко

### **Формирование и развитие научной школы статистической физики академіка І.Р. Юхновського**

*Характеризуются научная, педагогическая и организационная деятельность академика НАН Украины И.Р. Юхновского, формирование и развитие его научной школы по статистической физике, раскрываются суть и значение работ ученого и его учеников.*