

ГЕННАДІЙ МИХАЙЛОВИЧ ЗІНОВ'ЄВ
(до 80-річчя від дня народження)



18 квітня 2021 року виповнюється 80 років Геннадію Михайловичу Зінов'єву – відомому фізику-теоретику, члену-кореспонденту НАН України, завідувачу відділу фізики високих густин енергії Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова.

Геннадій Михайлович здобував вищу освіту на фізичному факультеті Дніпропетровського державного університету та філії Московського державного університету в Дубні. Після закінчення аспірантури в 1967 році та захисту кандидатської дисертації в 1969 році в Лабораторії теоретичної фізики ОІЯД в Дубні працює в Інституті теоретичної фізики НАН України. Свою наукову діяльність в інституті розпочав у відділі теорії елементарних частинок, завідувачем якого за рік до цього став Віталій Петрович Шелест.

Перші наукові дослідження Г.М. Зінов'єва, що склали основу його кандидатської дисертації, були пов'язані з множинним народженням адронів і розвитком статистичних методів для описування

багаточастинкових систем. У Києві він розвиває нові ідеї і розпочинає досліджувати статистичні властивості сильновзаємодійної матерії в рамках так званої дуальної резонансної моделі. В результаті цих досліджень було знайдено, що спектр мас цієї моделі зростає експоненційно за великих значень мас адронів. Таку саму поведінку фаєрболів в моделі статистичного бутстрапа запропонував Хагедорн у 1965 році. Ці дві моделі стали предметом досліджування в групі Г.М. Зінов'єва. Отримані на той час результати мали важливе значення як для інтерпретації експериментальних даних у фізиці високих енергій, так і для формування нових фундаментальних теоретичних гіпотез. Достатньо згадати теорію струн, що виникла як математичний розвиток операторного формалізму дуальної резонансної моделі. Наукові здобутки, що їх отримав Г.М. Зінов'єв спільно із співавторами впродовж 1970–1974 рр., були викладені у 2-томній монографії “Модели сильновзаимодействующих элементарных частиц”, В.П. Шелест, Г.М. Зиновьев, В.А. Миранский, Москва, Атомиздат, т. 1 (1975), т. 2 (1976) і лягли в основу його докторської дисертації, яку він захистив в 1975 році.

У 1977 р. Г.М. Зінов'єв і М.І. Горенштейн зробили новий крок у вивченні властивостей сильновзаємодійної матерії. Вони опублікували статтю в журналі *Physics Letters B*, де запропонували фаєрболну модель кумулятивного ефекту в процесах зіткнення релятивістських протонів з атомними ядрами. Ця модель відкривала нові принципові можливості для вивчення властивостей адронних станів з великими масами. Слід підкреслити, що це була одна з перших теоретичних робіт з фізики високих енергій, в якій важливим учасником процесу народження адронів ставало атомне ядро. Через кілька років процеси релятивістських ядро-

ядерних зіткнень стали основою багатьох експериментальних програм з пошуку сигналів формування нової форми матерії – кварк-глюонної плазми (КГП) – в Брукхейвенській національній лабораторії (BNL) та в ЦЕРНі на прискорювачі Супер Протонний Синхротрон (SPS).

Фізичні результати з розвитку статистичної механіки сильновзаємодійної матерії, що їх отримали науковці групи Г.М. Зінов'єва в кінці 70-х на початку 80-х років, здобули широке міжнародне визнання. Одним з головних результатів стала побудова точно розв'язуваної моделі фазового переходу деконфайнменту. У праці М.І. Горенштейна, Г.М. Зінов'єва і В.К. Петрова, опублікованій в журналі *Physics Letters B* у 1981 році, автори розглянули кварк-глюонні мішки як універсальні об'єкти сильновзаємодійної матерії. Ці об'єкти стали основою для описування фази адронів та їхніх резонансних станів за невеликих густин енергії і фази звільнених кварків та глюонів (КГП), коли густина енергії перевищувала деяке критичне значення. У працях Г.М. Зінов'єва і К.А. Бугаєва статистична модель кварк-глюонних мішків отримала свій подальший розвиток з урахуванням таких фізичних ефектів, як поверхневий натяг та скінченність часу життя масивних мішків, що дало змогу розширити область застосування моделі. Праці дослідників групи Г.М. Зінов'єва опинилися в центрі нового наукового напрямку і стали поштовхом для дослідження сильновзаємодійної матерії в екстремальних умовах з метою пошуку сигналів формування КГП.

1985 року в Інституті теоретичної фізики створено відділ фізики високих густин енергії, що його очолив Геннадій Михайлович Зінов'єв. Це стало початком розвинення в Україні нового напрямку у фізиці. Майже всі науковці новоствореного відділу були учнями та однодумцями професора Зінов'єва. Від того часу у відділі під його керівництвом отримано багато важливих наукових результатів, а здобутки відділу в деяких напрямках теоретичної фізики мають пріоритетне значення і високо цінуються міжнародною науковою спільнотою. Без перебільшення можна сказати, що цитування праць Г.М. Зінов'єва та його колег є достатньо високим серед наукової спільноти. Від самого початку своєї діяльності науковці відділу активно співпрацюють з багатьма міжнародними центрами та експериментальними колабораціями, які

проводять дослідження релятивістських зіткнень важких іонів.

Від середини 80-х років важливим напрямом досліджень відділу стала теорія квантової хромодинаміки (КХД) на ґратці. Г.М. Зінов'єв і його учень О.А. Борисенко запропонували нові параметри порядку та висунули гіпотезу про роль троїстості в механізмі конфайнменту, а також сформулювали припущення, що фазовий перехід деконфайнменту може бути пов'язаний зі зміною механізму екранування троїстості кваркових полів.

Формалізм стохастичного усереднення за сильними глюонними полями, що його розвинув Г.М. Зінов'єв, дав змогу детально проаналізувати гамільтонові моделі та дослідити перехід з відновленням хіральної симетрії. У відділі отримано нові результати в гідродинамічній моделі ядро-ядерних зіткнень. Вперше цю модель застосовано в аналізуванні народження адронів з великими поперечними імпульсами на стадії гідродинамічного розширення матерії з великими температурами. Ряд останніх праць Г.М. Зінов'єва присвячено розвиненню моделі синхротронного випромінювання, що виникає внаслідок взаємодії кварків з колективним полем конфайнменту в зіткненнях релятивістських важких іонів. В цих працях розраховано спектр фотонів з великими поперечними імпульсами, порівняно їх з експериментальними даними і зроблено висновок про можливість виявлення такого випромінювання при народженні лептонних пар у відповідних експериментах. Нещодавні роботи Г.М. Зінов'єва і Ю.М. Синюкова присвячено аналізу народження фотонів на різних стадіях релятивістських ядро-ядерних зіткнень. В цих роботах показано, що експериментальні результати, отримані на LHC, вказують на необхідність додаткового механізму фотонної радіації в процесі адронізації КГП.

Перераховуючи важливі теоретичні результати Г.М. Зінов'єва із співавторами, цікаво було б згадати долю однієї давньої роботи, де зроблено узагальнення партонних розподілів на багаточастинковий випадок. Результати роботи були оприлюднені в журналі *Physics Letters B* у 1984 році, і довгий час про них не згадувалось. На початку 2000-х років з'ясувалося, що ця робота створила дуже потужний сьогодні напрям – фізику багатопартонних зіткнень, що розвивається і теоретично, і експериментально. На цю роботу вже є дуже ба-

гато посилань, а започаткованому напрямку присвячуються регулярні міжнародні конференції.

Г.М. Зінов'єв – не лише міжнародно визнаний український фізик-теоретик завдяки своїм піонерським дослідженням з фізики сильновзаємодійної матерії та релятивістської ядерної фізики, він – один із засновників міжнародної колаборації ALICE на LHC в ЦЕРН, один з авторів проекту колайдера NICA, будівництво якого завершується в ОІЯД, та один з ініціаторів створення Української національної грид-мережі. Завдяки йому, багато українських науковців отримали змогу стати учасниками колаборації ALICE і брати участь у важливих експериментах, можливо найскладніших за всю історію розвитку науки, а запровадження грид-технологій в Україні та перші кроки

їхнього розвитку стало можливим внаслідок тісної співпраці з ЦЕРН. Сьогодні область застосувань грид-технологій бурхливо розвивається та охоплює все нові і нові наукові напрями, прикладні завдання і цілі промислові галузі.

Щиросердно бажаємо Геннадію Михайловичу довгих років життя, великого щастя, міцного здоров'я, нових досягнень, і успіхів в усіх його справах.

*А.Г. ЗАГОРОДНІЙ, Ю.І. ІЗОТОВ,
В.М. ЛОКТЕВ, В.Ю. СТОРІЖКО,
М.Ф. ШУЛЬГА, В.П. ГУСИНІН,
Б.І. ЛЕВ, Е.А. ПАШИЦЬКИЙ,
Е.Г. ПЕТРОВ, Ю.О. СИТЕНКО,
М.І. ГОРЕНШТЕЙН, Є.С. МАРТИНОВ,
Ю.М. СИНЮКОВ, В.В. КУХТІН*