

## ШКОЛА ЕЛЕМЕНТАРНИХ ПРОЦЕСІВ У АТОМНИХ СИСТЕМАХ

### З нагоди 70-річчя академіка НАН України О.Б. Шпеніка

Наукова громадськість України й світу 14 липня відзначила ювілейну дату – 70-річчя від дня народження видатного вченого-фізика, одного з яскравих представників усесвітньо відомої Ужгородської школи фізики електронних і атомних зіткнень професора І.П. Запісочного, директора Інституту електронної фізики НАН України, академіка НАН України, професора Отто Бартоломійовича Шпеніка.

Він народився 1938 року в м. Мукачеве Закарпатської області. З 1956 до 1961 року навчався на фізико-математичному факультеті Ужгородського державного університету, де отримав кваліфікацію «фізик, учитель фізики» і був направлений на роботу вчителем фізики середньої школи в с. Лихобори Львівської області. У 1961–1964 роках навчався в аспірантурі при кафедрі оптики Ужгородського державного університету і після завершення навчання працював старшим інженером Науково-дослідної лабораторії з фізики електронних зіткнень при кафедрі оптики (1964–1966), старшим науковим співробітником Проблемної лабораторії (1966–1969), а в 1969–1973 роках завідував відділом цієї лабораторії. У 1967 році в Ленінградському державному університеті О.Б. Шпенік захистив кандидатську дисертацію на тему «Збудження атомів при зіткненнях з моноенергетичними електронами». У 1968 році

йому присвоєно вчене звання старшого наукового співробітника. У 1975 році в Інституті фізики АН України він захистив докторську дисертацію на тему «Дослідження процесів збудження при зіткненнях повільних електронів та іонів з атомами», а в 1982 році йому присвоєно звання професора.

Історія становлення та розвитку фізичної науки і вітчизняних наукових шкіл на Закарпатті починається в 50 роках минулого сторіччя. Сприятливі умови для цього були створені невтомною самовідданою працею провідних викладачів Ужгородського державного університету, які пройшли фахову підготовку у вузах і науково-дослідних установах Росії та України й обрали місцем своєї майбутньої творчої та наукової діяльності новостворений університет в Ужгороді. Це професори В. О. Шкода-Ульянов, І. П. Запісочний, Ю. М. Ломсатде, Д. В. Чепур. Саме вони започаткували і разом зі співробітниками і своїми учнями розпочали в Ужгородському державному університеті наукові дослідження з найактуальніших проблем теоретичної й експериментальної фізики. Слід зауважити, що серед учених Закарпаття фізики були першими, чиї наукові відкриття та практичні впровадження були відзначені Державними преміями України в галузі науки і техніки в 1989, 1995, 1998, 1999, 2000, 2001 роках.

Біля витоків створення відомої наукової школи з атомної фізики та фізики електронних і атомних зіткнень стояв у ті часи учень професора І. П. Запісочного — Отто Бартоломійович Шпенник. Об'єднані спільною метою формування та виховання співдружності дослідників різних поколінь, вони створили особливу творчу атмосферу наукового спілкування і доброзичливих дискусій, демократичності і наукової принциповості, взаємної поваги і вимогливості. Високу оцінку роботам цієї школи такі дали відомі вчені, як академік АН СРСР Г.М. Флеров, який у 1984 році писав, що «... в Ужгороді створена наукова школа в галузі фізики електронних і іонних процесів, роботи якої широковідомі як в нашій країні, так і за її межами. Дослідження істотним чином збагатили наші уявлення про процеси взаємодії атомних частинок та явища в електронних оболонках, що супроводжують зіткнення електронів з атомами, іонами та найпростішими молекулами».

Наприкінці 1981 року на базі існуючих в Ужгороді відділів фотоядерних процесів Інституту ядерних досліджень НАН України і теорії адронів Інституту теоретичної фізики НАН України та новостворених відділів електронних й іонних процесів було засновано Ужгородське відділення Інституту ядерних досліджень НАН України. Керівником цього відділення стає І.П. Запісочний, а першим його помічником — О.Б. Шпенник. Завдяки зусиллям такого «тандему» вчених та при безпосередній допомозі президента НАН України академіка Б.Є. Патона і керівництва Закарпатської області в 1984—1988 роках розпочинається будівництво лабораторного корпусу нового академічного інституту в Ужгороді. Успішне завершення будівництва та наукові здобутки колективу фізиків Ужгородського відділення ІЯД НАН України стали передумовою для відкриття в 1992 році першого на За-

карпатті академічного інституту — Інституту електронної фізики НАН України, директором якого було призначено О.Б. Шпенника.

Наступні роки для молодого керівника академічної установи стали роками творчого та наукового зростання. Разом з великою організаційною та керівною роботою він проводив інтенсивні наукові дослідження. Під його керівництвом та за непосредньої участі в інституті створено сучасну експериментальну базу, розроблено ряд сучасних приладів та пристроїв, упроваджено нові методи та методики дослідження. Зокрема, проведено дослідження впливу опромінення електронами високих енергій (5—10 МеВ) на оптичні властивості нанокристалів  $\text{CdS}(1-x)\text{Se}(x)$ , вкраплених у скляну матрицю. Виявлено короткохвильове зміщення краю поглинання, яке зумовлене утворенням центрів забарвлення при опроміненні. Розроблено ексилампи на сумішах  $\text{Xe-NaCl}$  та  $\text{Xe-KCl}$  з повздовжнім збудженням високовольтним імпульсним розрядом. Зауважимо, що використання нетоксичного галогеноносія має важливе значення для охорони навколишнього середовища. Розроблено метрологічний стенд для дослідження радіаційної стійкості матеріалів і приладів космічного та спеціального призначення при опроміненні електронами високих енергій до 25 МеВ і гамма-квантами. Результати досліджень, виконаних на стенді, використовували Науковий інженерно-екологічний центр «Полігон» НАН України та Національне космічне агентство України. В Інституті розроблено методику вирощування напівпровідникових монокристалів, що дає можливість отримати монокристали з низьким вмістом домішок та дислокацій, для яких густина розплаву менша, ніж у твердій фазі ( $\text{CsJ}$ ,  $\text{KCl}$  та деякі складні халькогеніди). Ці результати мають важливе фундаментальне та прикладне значення, їх використовують для ана-



О.Б. Шпенік

лізу елементарних процесів у атмосфері Землі і планет та під час аналізу атомних явищ у низькотемпературній плазмі природного та штучного походження. Інститут електронної фізики НАН України став відомим науковим центром, який здійснює актуальні фундаментальні та важливі прикладні дослідження на світовому рівні в таких актуальних сучасних напрямках, як елементарні процеси в атомних системах, ядерна та радіаційна фізика, квантова електроніка.

Сьогодні О.Б. Шпенік — відомий в Україні та поза її межами спеціаліст у галузі експериментальної атомної фізики, фізики електронних і атомних зіткнень. Разом із співробітниками він створив сучасну експериментальну базу Інституту, розробив і виготовив ряд оригінальних фізичних приладів та пристроїв, упровадив у наукові дослідження нові методи та методики. Це, наприклад, різні типи електронних гармат, одно- та багатоканальні джерела атомних і молекулярних пучків, універсальне джерело іонів. Учений уперше у вітчизняній науці розробив різноманітні типи монохроматорів і аналізаторів електронів, у тому числі 127-градусний циліндричний електростатичний монохроматор, трохоїдальний

та гіпоциклоїдальний електронні спектрометри з рекордними параметрами, циліндричний електростатичний спектрометр із гвинтовою траєкторією, вакуумні мікротерези та вібраційні переривачі пучків нейтральних атомів. О.Б. Шпенік є автором методу визначення абсолютних перерізів повного розсіювання електронів атомами та молекулами (метод електронної пастки), методу квадрупольного конденсатора для дослідження резонансної та нерезонансної перезарядки іонів атомами, методу метастабільспектроскопії для вивчення ефективних перерізів збудження метастабільних станів атомів і молекул у процесах зіткнень моноенергетичного електронного та газодинамічного молекулярного пучків, методу зворотного розсіювання електронів атомами, іонами, молекулами та поверхнею твердих тіл.

Разом зі своїми учнями О.Б. Шпенік виконав прецизійні дослідження взаємодії пучків електронів високої енергетичної однорідності з різними атомами і молекулами. Уперше виявлено резонансний характер збудження енергетичних рівнів атомів ртуті біля порога, детально вивчено тонку структуру енергетичних залежностей ефективних перерізів збудження атомів, доведено істотну роль від'ємних іонів — «резонансів» у збудженні атомних рівнів, чим було започатковано новий напрям в атомній фізиці — спектроскопію негативних іонів. У своїх дослідженнях О.Б. Шпенік відкрив явище взаємодії після зіткнення вибитого в процесі автоіонізації атомного та розсіяного електронів, що призводить до появи додаткової структури на енергетичних залежностях перерізів розсіювання, появи осциляцій, а також зміни енергії вивільнених у результаті автоіонізації електронів. Важкий внесок учений зробив у дослідження повільних іон-атомних зіткнень. У серії експериментів із вивчення взаємодії повільних протонів та іонів лужних і лужно-

земельних елементів з атомами досліджено процеси резонансної та нерезонансної перезарядки, збудження атомів та іонів, установлено основні канали дисипації кінетичної енергії іонів, що бомбардують. Уперше виявлено регулярну осциляційну структуру на енергетичних залежностях резонансної перезарядки іонів лужноземельних елементів, ефект фазової інтерференції квазімолекулярних термів, який проявляється лише в поляризації оптичного випромінювання, індукованого зіткненням важких частинок.

Цікаві результати О.Б. Шпенік одержав, досліджуючи динаміку утворення метастабільних станів інертних газів під дією електронного та іонного удару, вивчаючи свічення тонких плівок під дією електронів низьких енергій, досліджуючи пружне та непружне розсіювання ультрамоноенергетичних електронів атомами, молекулами та поверхнею твердих тіл і тонких плівок.

Особливо треба відзначити широку міжнародну діяльність О.Б.Шпеніка. Він був обраний членом Генерального комітету Міжнародних конференцій з фізики електронних і атомних зіткнень (ICPEAC), є організатором найвищого рівня наукових конференцій в Ужгороді, членом бюро Відділення фізики і астрономії НАН України, головою Закарпатського фізичного товариства. Учений часто виступає з доповідями на міжнародних конференціях і школах, налагодив тісне співробітництво з відомими науковими центрами Росії, країн СНД, Англії, Латвії, Словаччини, Чехії, Угорщини. Серед його учнів 17 кандидатів і 3 доктори фізико-математичних наук.

Одержаний під керівництвом О.Б. Шпеніка в ІЕФ НАН України великий масив якісних та кількісних даних щодо ефективних перерізів різноманітних атомних і молекулярних процесів знайшов широке практичне використання під час розв'язання конкретних прикладних за-

дач, зокрема різкого підвищення ступеня іонізації плазми в установках з безпосереднього перетворення теплової енергії в електричну, в розрахунках фізичних параметрів входження космічних апаратів у атмосферу Землі і Венери, у діагностиці плазми природного та штучного походження, у моделюванні взаємодії плазмових частинок із поверхнею, у т. ч. поверхнею плазмових установок.

Серед найвагоміших наукових результатів, отриманих безпосередньо за його участю, варто відзначити такі:

- одержання масиву даних щодо ефективних перерізів розсіювання (повний переріз, збудження, іонізація) електронів атомами та молекулами;

- установлення і детальне дослідження резонансної структури на енергетичних залежностях ефективних перерізів збудження атомів, якими було започатковано новий напрям в атомній фізиці – спектроскопію негативних іонів;

- виявлення й детальне дослідження так званого ефекту взаємодії після зіткнення розсіяного і випущеного електронів у атомі Mg;

- дослідження резонансної та нерезонансної перезарядки іонів на атомах і виявлення регулярної осциляційної структури енергетичних залежностей перерізу пружного і непружного процесів, зумовлених фазовою інтерференцією квазімолекулярних термів;

- виявлення динамічних і кінематичних ефектів при збудженні метастабільних станів атомів інертних газів електронним ударом.

Практичне застосування цих даних полягає в створенні нових ефективних середовищ для лазерів, удосконаленні плазмохімічних технологій, вивченні фізики верхньої атмосфери Землі і планет.

Отто Бартоломійович Шпенік — видатний учений, прекрасний організатор, має

великий авторитет серед наукової громадськості України й інших держав. Його обрано дійсним членом НАН України, іноземним членом Угорської академії наук. Він є почесним громадянином міста Ужгорода, головою Закарпатського фізичного товариства, президентом Закарпатського відділення Малої академії наук, членом секції фізики Комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки, членом бюро Відділення фізики й астрономії НАН України, заслуженим діячем науки і техніки України, лауреатом Державної премії України в галузі науки і техніки, лауреатом премії НАН України ім. І. Пулюя, членом наукової ради НАН України «Фізика плазми і плазмова електроніка», членом наукової ради «Фізика плазми» Російської академії наук, членом оргкомітетів та організатором багатьох республіканських і міжнародних наукових конференцій, «Людиною року» міста Ужгорода. За свою плідну

багаторічну наукову діяльність О.Б. Шпенник нагороджений орденами Ярослава Мудрого V ступеня та «За заслуги» III ступеня, почесним знаком «Винахідник СРСР», Подякою Президента України, пам'ятною медаллю Дебреценського наукового центру Угорської АН, пам'ятною медаллю ім. Лояї Саболач–Сатмар–Березького наукового товариства Угорської АН, ювілейною медаллю інженерного факультету Мішкольцького університету. У його науковому доробку 320 друкованих праць і 8 авторських свідоцтв на винаходи.

Наукова громадськість, колеги та друзі щиро вітають ювіляра з днем народження, бажають на довгі роки міцного здоров'я, невичерпної енергії, нових творчих успіхів.

**Анатолій ЗАВІЛОПУЛО,  
доктор фізико-математичних наук,  
заступник директора з наукової роботи  
Інституту електронної фізики НАН України  
(Ужгород)**