

ВІСНИК



НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

ЩОМІСЯЧНИЙ
ЗАГАЛЬНОНАУКОВИЙ ТА ГРОМАДСЬКО-ПОЛІТИЧНИЙ
ЖУРНАЛ
ЗАСНОВАНИЙ У ЖОВТНІ 1928 р.
КИЇВ

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

| | |
|---|--|
| Головний редактор Б.С. ПАТОН | А.Ф. БУЛАТ В.М. ГЕСЦЬ В.В. ГОНЧАРУК В.С. ДЕЙНЕКА М.Г. ЖУЛИНСЬКИЙ А.Г. ЗАГОРОДНІЙ С.В. КОМІСАРЕНКО Е.М. ЛІБАНОВА В.М. ЛОКТЄВ В.Ф. МАЧУЛІН В.В. МОРГУН А.Г. НАУМОВЕЦЬ І.М. НЕКЛЮДОВ О.С. ОНИЩЕНКО В.Д. ПОХОДЕНКО І.К. ПОХОДНЯ А.М. САМОЙЛЕНКО Б.С. СТОГНІЙ В.М. ШЕСТОПАЛОВ |
| Заступник головного редактора, науковий редактор В.Л. БОГДАНОВ | |
| Штатний заступник головного редактора О.О. МЕЛЕЖИК | |

9
2012

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ОФІЦІЙНИЙ РОЗДІЛ | |
| Із зали засідань Президії НАН України (11 липня 2012 року) | 3 |
| ФОРУМИ | |
| Чергове засідання Ради Міжнародної асоціації академії наук | 10 |
| ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК | |
| Б.Є. Патон, А.А. Доліський, Б.І. Басок, Є.Т. Базеєв. Проект Державної цільової програми модернізації комунальної теплоенергетики на 2012–2016 роки — інноваційна основа технологічного оновлення систем теплозабезпечення населених пунктів України | 14 |
| СТАТТІ ТА ОГЛЯДИ | |
| Про фулерени з перших вуст (від редакції) | 29 |
| Eiji Ōsawa. Looking Back the Most Beautiful Molecule C ₆₀ after Quarter Century of Discovery | 30 |
| ЛЮДИ НАУКИ | |
| І.С. Чекман. Річард Смоллі і знамениті «десять вересневих днів» | 39 |
| З КАФЕДРИ ПРЕЗИДІЇ НАН УКРАЇНИ | |
| О.А. Кордюк. Високотемпературні надпровідники на основі заліза: дослідження та перспективи (наукове повідомлення на засіданні Президії НАН України 11 липня 2012 року) | 46 |
| РЕГІОНАЛЬНІ НАУКОВІ ЦЕНТРИ | |
| О.М. Хуторной, О.Б. Лабунська, Л.В. Хуторна. Південний науковий центр Національної академії наук України і Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України | 52 |
| НАУКОВІ НАПРЯМИ | |
| І.Б. Вавилова, Л.К. Пакуляк. Українська віртуальна астрономічна обсерваторія — національний представник у Міжнародному альянсі віртуальних обсерваторій | 64 |
| МОЛОДІ ВЧЕНІ | |
| І.С. Марченко. Інфраструктурна підтримка розвитку ринку праці (наукове повідомлення на засіданні Президії НАН України 11 липня 2012 р.) | 74 |
| ПОДІЇ | |
| В.С. Гавриленко. Нашадок славного роду (до 100-річчя з дня народження Е.О. Фальц-Фейна) | 79 |
| РЕЦЕНЗІЇ | |
| К.М. Ситник. Узагальнювальний погляд на життя в гідросфері (рецензія на книгу О.О. Протасова «Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии») | 85 |
| ВІТАЄМО | |
| 80-річчя академіка НАН України І.Д. Войтовича | 87 |
| НОВИНИ НАУКИ. | 90 |

ІЗ ЗАЛИ ЗАСІДАНЬ ПРЕЗИДІЇ НАН УКРАЇНИ (11 липня 2012 року)

На черговому засіданні Президії НАН України 11 липня 2012 року члени Президії НАН України та запрошені заслухали такі питання:

- *Наукові повідомлення молодих учених НАН України (доповідачі — кандидат економічних наук І.С. Марченко, кандидат фізико-математичних наук Н.А. Курган, кандидат технічних наук Є.Л. Данильчук)*
- *Високотемпературні надпровідники на основі заліза: дослідження та перспективи (доповідач — член-кореспондент НАН України О.А. Кордюк)*
- *Про нагородження відзнаками НАН України та Почесними грамотами НАН України і Центрального комітету профспілки працівників НАН України (доповідач — академік НАН України В.Ф. Мачулін)*
- *Кадрові та поточні питання*

Перед початком чергового засідання Президії НАН України 11 липня 2012 р. керівник апарату Верховної Ради України В.О. Зайчук урочисто вручив академіку НАН України Борису Євгеновичу Патону орден Міжпарламентської асамблеї країн СНД «Співдружність».

Академік НАН України Б.Є. Патон вручив державні нагороди з нагоди Дня Конституції України завідувачу відділу Інституту держави і права ім. В.М. Корецького НАН України доктору політичних наук І.О. Кресиній та з нагоди Дня медичного працівника головному лікарю Лікарні для вчених НАН України І.А. Ярменчуку, а також вітальний адрес із нагоди ювілею президенту Національної академії педагогічних наук України академіку НАН України та НАПН України В.Г. Кременю; відзнаку Міжнародної асоціації академії наук «За сприяння розвитку науки» академіку НАН України О.С. Онищенко та зачитав відкритий лист Європейського фізичного товариства про обрання почесним членом цього товариства академіка НАН України В.Г. Бар'яхтара.

* * *

На черговому засіданні Президії НАН України члени Президії НАН України та за-

прошені заслухали наукові повідомлення молодих учених НАН України.

У повідомленні наукового співробітника Інституту демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України кандидата економічних наук **Ірини Сергіївни Марченко** на тему «**Інфраструктурна підтримка розвитку ринку праці**» було розкрито основні тенденції розвитку ринку праці.

Зростання мінливості ринку праці породжує додаткові виклики для його суб'єктів та посилює роль інфраструктурних елементів. Ускладнення інфраструктури ринку праці (ІРП) від простого посередництва до активної участі в узгодженні попиту та пропозиції приводить до змін у діяльності організацій ІРП. Поряд із класичними послугами виникають нові; на противагу разовому наданню послуг поширюється стратегічна співпраця з клієнтами; створюються більш персоніфіковані набори послуг для різних типів клієнтів. Усе це не лише сприяє підвищенню ефективності діяльності посередників, а й дає загальну суспільну користь. Важливим чинником покращення інфраструктурного забезпечення ринку праці є законодавчі норми, які мають регулювати функціонування та взаємодію різних типів

інфраструктурних посередників на ринку праці. Для вдосконалення ІРП України потрібно запровадити зміни у законодавчому регулюванні, інформаційному забезпеченні, функціонуванні та співробітництві державної й приватної ланок ІРП. Комплексне впровадження таких змін є запорукою розвитку українського ринку праці відповідно до сучасних тенденцій соціально-економічного розвитку.

Далі було заслухано наукове повідомлення наукового співробітника Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України кандидата фізико-математичних наук **Наталії Анатоліївни Курган** на тему «Синтез, структура та властивості нанорозмірних апатитоподібних систем».

Гідроксоapatит кальцію застосовують для створення штучних біоактивних матеріалів, сумісних із кістковою тканиною, люмінофорів і лазерних матеріалів, сенсорів вологи й алкоголю, іонообмінників, матриць захоронення радіоактивних відходів (Cs, Sr, I), накопичувачів екологічно шкідливих речовин (Pb, Cd, Cu, F, U), діелектриків, а також каталізаторів дегідратації спиртів, гідролізу хлорбензолу, конверсії метану. Комплекс розрахункових та експериментальних досліджень атомної й електронної будови апатиту кальцію дав змогу встановити особливості формування валентної смуги та зарядових станів, високу сорбційну здатність нанодисперсного матеріалу, висунути припущення про наявність дводолиного потенціалу для *d*-електронів Ca, що є визначальним чинником у природному використанні гідроксоapatиту кальцію як основи біологічної твердої тканини.

Розроблено методи синтезу нанопорошків апатиту кальцію з питомою площею поверхні 500 м²/г, методику біогенного синтезу за допомогою механоактивації, що дає змогу одержати нанодисперсний апатит із питомою площею поверхні до 600 м²/г для використання в медичній практиці, запропоновано новий перспективний метод детонаційного нанесення покриттів і використання нанодисперсного апатиту як ефектив-

ного сорбенту важких металів. Подальший розвиток досліджень у цьому напрямі має бути спрямований на вивчення впливу параметрів розмірності, структурного впорядкування й характеру міжатомних взаємодій на формування електронної та атомної будови нанорозмірних апатитоподібних систем й одержання наноматеріалів нового покоління.

У повідомленні наукового співробітника Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України кандидата технічних наук **Євгена Леонідовича Данильчука** на тему «Дослідження деформування та несівної здатності тканих матеріалів при одновісному та двовісному навантаженнях» було зазначено, що ткані матеріали, завдяки своїй малій вазі, високій питомій міцності та здатності до формоутворення набули значного поширення фактично в усіх сферах народного господарства, від авіації до побутових потреб. Їх використовують, наприклад, як армувальні елементи текстильних композитів, для одержання шаруватих пластиків і виготовлення пресованих композицій.

Проведено експериментальні дослідження тканих матеріалів, зокрема комплексних ниток із поліпропілену та поліаміду, в умовах статичного короткочасного й тривалого навантаження. Розроблено експериментальне устаткування, а також спроектовано оригінальні захватні пристрої для випробувань ниток і тканих стрічок.

Як основні типи тканих матеріалів обрано тканини полотняного та саржевого переплетень. Для опису їхньої деформаційної поведінки на основі теорії двовісного розтягу розроблено чисельні алгоритми, що дають змогу розрахувати реакцію тканин за різного видовження ниток у напрямках основи й утку. Створено інженерний варіант моделі деформування тканин саржевого переплетення для прогнозування механічної поведінки тканих матеріалів із будь-якою формою переплетення за різних випадків двовісного деформування.

Розв'язання таких задач дає можливість повніше описати процеси деформування волокнистих полімерних матеріалів і тканин на їхній основі, а також оптимізувати проєктувальні розрахунки тканих матеріалів для одержання необхідних механічних властивостей.

Результати проведених досліджень застосовують фахівці деяких українських науково-виробничих підприємств під час проєктування та виготовлення текстильних виробів технічного та рятувального призначень.

В обговоренні наукових повідомлень молодих учених НАН України взяли участь академік НАН України Б.Є. Патон, віцепрезидент НАН України, директор Державної установи «Інститут економіки та прогнозування НАН України» академік НАН України В.М. Геєць, завідувач відділу Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України доктор технічних наук М.К. Кучер.

Президія НАН України схвалила результати наукових досліджень, викладених у наукових повідомленнях молодих учених Інституту демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України, Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України, та доручила Комісії по роботі з науковою молоддю НАН України разом із Науково-організаційним відділом Президії НАН України врахувати результати розгляду наукових повідомлень під час підготовки проекту постанови Президії НАН України «Про відкриття у 2013 році додаткових відомчих тем для молодих учених-доповідачів», а також передбачити додаткові кошти на виконання цих тем.

* * *

Далі учасники засідання заслухали наукову доповідь члена-кореспондента НАН України **Олександра Анатолійовича Кордюка «Високотемпературні надпровідники на основі заліза: дослідження та перспек-**

тиви», у якій було зазначено, що в Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України у тісній співпраці з європейськими колегами досягнуто результатів світового рівня з дослідження нових високотемпературних надпровідників — надпровідників на основі заліза, які залежно від конкретної хімічної формули сполуки мають назву «феропніктиди» та «ферохалькогеніди».

Нещодавнє відкриття класу високотемпературних надпровідників на основі заліза викликало величезний інтерес усієї наукової громадськості, а їх численні дослідження в багатьох лабораторіях світу швидко сформували один із найпріоритетніших напрямів фізики твердого тіла. Відкриття «залізних» надпровідників насамперед дало реальні надії на подальший прогрес у синтезі перспективних матеріалів із покращеними надпровідними властивостями і зруйнувало «монополію» купратів на високі критичні температури.

Названі сполуки відрізняються від решти відомих високотемпературних надпровідників аномально високими значеннями локальних магнітних моментів на іонах заліза, що поновило широку дискусію про можливість співіснування явищ надпровідності і магнетизму, які раніше вважали несумісними, а отже, щодо наявності й прояву в них нестандартного механізму виникнення надпровідного стану.

Науковці Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України беруть активну участь у цих дослідженнях і вже отримали низку важливих результатів, які безпосередньо вказують на ключову роль електронної структури у формуванні як магнітного впорядкування, так і надпровідного спарювання у феропніктидах та ферохалькогенідах. Зокрема, експериментально показано, що в області зміни топології поверхні Фермі, відомої як фазовий перехід Ліфшиця, спостерігається максимум температури надпровідного переходу. Виявлення чіткого зв'язку між електронною структурою та надпровідністю у феропніктидах засвідчує перевагу нового механізму високотемпературної

надпровідності, де головну роль відіграють багатозонність і так звані орбітальні резонанси, що дає простий емпіричний спосіб для прогнозування сполук з вищою температурою надпровідного переходу. Отже, встановлено, що магнітне впорядкування може забезпечити перехід системи до режиму критичної близькості між переходом Ліфшиця та виникненням надпровідності.

В обговоренні доповіді взяли участь академік НАН України Б.Є. Патон, директор Інституту магнетизму НАН України та МОМолодьспорт України академік НАН України В.Г. Бар'яхтар, почесний професор Київського національного університету імені Тараса Шевченка академік НАН України М.Г. Находкін, завідувач відділу Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України член-кореспондент НАН України Т.О. Пріхна, академік-секретар Відділення фізики і астрономії НАН України академік НАН України В.М. Локтєв.

Президія НАН України відзначила, що ці дослідження є вкрай важливими, оскільки спрямовані на вирішення проблем енергозощадження — йдеться про пошук матеріалів, які здатні за певних умов проводити струм із мінімальними втратами. Звичайно, цього можна досягти шляхом істотного зниження температури, однак значні енерговитрати на досягнення низьких температур не дають бажаного результату. Фізики не припиняли пошуку, і нарешті було знайдено так звані високотемпературні надпровідники, але на жаль, вони поки що не виправдали всіх очікувань. Водночас фундаментальні дослідження тривають, визначаючи один із найактуальніших напрямів сучасної фізики твердого тіла.

Було зауважено, що витоки наукового напрямку з проблеми створення високотемпературних надпровідників, який розвивається в Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова, беруть початок у роботах українських фізиків — Петра Григоровича Борзяка, Володимира Володимировича Немошкаленка й Анатолія Петровича Шпака. Це свідчить про те, що є всі підстави сподіватися на хороші перспективи розвитку цього напрямку в

Україні. Значну роль тут можуть відіграти нанотехнології, які відкривають колосальні можливості для поатомного створення матеріалів з наперед заданими властивостями, серед яких може виявитись і висока критична температура.

Науковці Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України експериментально підтвердили новий механізм високотемпературної надпровідності, який дозволяє передбачити існування сполук із вищою температурою надпровідного стану. Дослідження властивостей надпровідників на основі заліза виконують у співробітництві з ученими Німеччини, Швейцарії, Італії, Росії та Нідерландів, а результати, опубліковані у провідних міжнародних журналах — *Nature*, *Phys. Rev. Lett.* тощо, свідчать про їхній світовий науковий рівень.

Активна міжнародна співпраця в галузі дослідження надпровідників на основі заліза вказує на актуальність і значущість цієї проблеми. У Росії нещодавно було створено міжвідомчу лабораторію саме з метою пошуку нових матеріалів із високими температурами переходу в надпровідний стан. Можливо, що й українським дослідникам доцільно подумати про таку лабораторію — це під силу для колективів, які працюють над розв'язанням таких завдань.

Разом з тим Президія НАН України зазначила, що подальший розвиток цих досліджень стримується через брак коштів на оновлення експериментальної бази та недостатню координацію співробітництва між науковими установами Відділення фізики і астрономії НАН України й установами інших відділень НАН України.

* * *

Під час засідання члени Президії НАН України заслухали також інформацію про:

- проведення виїзного засідання Президії НАН України на території Державного підприємства «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля» у м. Дніпропетровську;
- співпрацю установ НАН України з Донбаською паливно-енергетичною компанією;

- проблеми видобутку сланцевого газу;
- затвердження наукових проектів за результатами спільного конкурсу НАН України та УНТЦ 2011–2012 рр.;
- ліквідацію Міжвідомчої координаційної ради з проблем розвитку мінерально-сировинної бази України;
- проведення спільного конкурсу наукових проектів НАН України та Російського гуманітарного наукового фонду 2013 року;
- внесення змін до складу Експертної ради з питань оцінювання тем фундаментальних науково-дослідних робіт при НАН України;
- встановлення взаємовигідних партнерських відносин з реалізації інвестиційних проектів між Державним унітарним підприємством «Академкабуд» РАН та НАН України у сфері поліпшення матеріально-технічної інфраструктури та будівництва житла для НАН України;
- проведення в Україні II Міжнародної конференції з біобезпеки та біозахисту;
- окремі результати наради з проблемних питань та розвитку оборонно-промислового комплексу;
- міжнародне співробітництво НАН України в галузі космічних досліджень;
- відзначення 120-річчя від дня народження Михайла Кравчука;
- участь НАН України в Європейській асоціації наукових заходів (EUSCEA);
- стан підготовки заходів з відзначення 150-річчя від дня народження академіка В.І. Вернадського.

* * *

Крім того, Президія НАН України ухвалила низку організаційних і кадрових рішень.

Затверджено:

- доктора географічних наук **Лісовського Сергія Антоновича** на посаді заступника директора з наукової роботи Інституту географії НАН України;
- доктора геологічних наук **Тяпкіна Олега Костянтиновича** на посаді заступника директора з наукової роботи Інституту проблем природокористування та екології НАН України;
- члена-кореспондента НАН України **Жаркіна Андрія Федоровича** на посаді заступника директора з наукової роботи Інституту електродинаміки НАН України;

- доктора технічних наук **Антонова Олександра Євгеновича** на посаді заступника директора з наукової роботи Інституту електродинаміки НАН України;
- доктора технічних наук **П'яниці Ярослава Даниловича** на посаді директора Центру математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України;
- доктора фізико-математичних наук **Пана Володимира Михайловича** на посаді головного наукового співробітника Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України;
- кандидата географічних наук **Маруняк Євгенію Олександрівну** на посаді ученого секретаря Інституту географії НАН України;
- кандидата технічних наук **Гарбуз Тетяну Олексіївну** на посаді ученого секретаря Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України;
- кандидата технічних наук **Меркулова Олексія Євгеновича** на посаді ученого секретаря Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України;
- кандидата технічних наук **Хімюка Івана Васильовича** на посаді ученого секретаря Інституту електродинаміки НАН України;
- доктора фізико-математичних наук **Рошупкіна Сергія Павловича** на посаді завідувача відділу квантової електродинаміки сильних полів Інституту прикладної фізики НАН України;
- кандидата хімічних наук **Мишака Володимира Дмитровича** на посаді ученого секретаря Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України;
- кандидата хімічних наук **Шабанова Євгена Васильовича** на посаді ученого секретаря Фізико-хімічного інституту ім. О.В. Богатського НАН України;
- кандидата хімічних наук **Мелешевич Світлану Іванівну** на посаді ученого секретаря Інституту сорбції та проблем ендоекології НАН України;
- кандидата біологічних наук **Майстрову Надію Володимирівну** на посаді ученого секретаря Інституту гідробіології НАН України;
- кандидата історичних наук **Василенко Ольгу Миколаївну** на посаді директора Інституту науково-методичного забезпечення бібліотечно-інформаційної роботи Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського;

- кандидата історичних наук **Каліберду Надію Юріївну** на посаді завідувача відділу технологій дистантного обслуговування Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського;
- кандидата історичних наук **Сербіна Олега Олеговича** на посаді завідувача відділу систематизації Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського;
- члена-кореспондента НАН України **Волошина Олексія Івановича** на посаді заступника директора з наукової роботи Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України;
- доктора історичних наук **Капралю Мирона Миколайовича** на посаді керівника Львівського відділення Інституту української археографії та джерелознавства ім. М.С. Грушевського НАН України.

Відзнакою НАН України «За наукові досягнення» нагороджено:

- головного наукового співробітника Інституту історії України НАН України члена-кореспондента НАН України **Котляра Миколу Федоровича** за багатолітню плідну працю вченого і педагога та особистий внесок у розвиток досліджень у галузі історії України середніх віків, джерелознавства та нумізматики;
- Генерального директора Федерального державного унітарного підприємства «Всеросійський науково-дослідний інститут авіаційних матеріалів» (Державний науковий центр Російської Федерації) академіка РАН **Каблова Євгена Миколайовича** за визначний внесок у розвиток матеріалознавчої науки та зміцнення наукових, науково-технічних і виробничих зв'язків між державами.

Відзнакою НАН України «За підготовку наукової зміни» нагороджено:

- завідувача відділу Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України члена-кореспондента НАН України **Лева Богдана Івановича** за багатолітню плідну працю вченого-фізика та особисті заслуги у підготовці висококваліфікованих наукових кадрів;
- завідувача відділу Інституту фізики конденсованих систем НАН України доктора фізико-математичних наук, професора **Козловського Михайла Павловича** за багатолітню сумлінну наукову та науково-організаційну працю, особисті творчі здобутки у галузі теоретичної фізики та вагомий внесок у підготовку наукових кадрів;

- завідувача відділу Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України члена-кореспондента НАН України **Дмитраха Ігоря Миколайовича** за багатолітню плідну працю вченого і педагога та значний особистий внесок у підготовку наукових кадрів та розвиток провідної наукової школи;
- директора Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України члена-кореспондента НАН України **Акімова Ігоря Андрійовича** за багаторічну плідну працю вченого-зоолога й організатора наукових досліджень та особистий внесок у підготовку наукових кадрів;
- генерального директора Львівської національної наукової бібліотеки України імені В. Стефаника члена-кореспондента НАН України **Романюка Мирослава Миколайовича** за багатолітню плідну наукову та науково-організаційну працю та значні особисті заслуги у підготовці наукових кадрів;
- заступника директора з наукової роботи Інституту держави і права ім. В.М. Корецького НАН України доктора політичних наук, професора **Горбатенка Володимира Павловича** за багаторічну плідну працю вченого і педагога, особисті творчі здобутки у галузі правознавства та значний внесок у підготовку наукових кадрів;
- головного наукового співробітника Інституту держави і права ім. В.М. Корецького НАН України члена-кореспондента НАН України, доктора філософських наук, професора **Мироненка Олександра Миколайовича** за багатолітню сумлінну наукову працю, значний особистий внесок у розвиток юридичної науки та підготовку висококваліфікованих наукових кадрів;
- члена-кореспондента НАН України **Опришка Віталія Федоровича** за багаторічну плідну наукову працю, вагомий особистий внесок у розвиток юридичної науки, впровадження одержаних результатів наукових досліджень у законодавчу діяльність та особисті заслуги у підготовці висококваліфікованих наукових кадрів;
- директора Інституту генетичної та регенеративної медицини НАМН України члена-кореспондента НАН України, академіка НАМН України **Бутенка Геннадія Михайловича** за багатолітню плідну наукову і науково-організаційну працю, особисті творчі здобутки у галузі геронтології та підготовку висококваліфікованих наукових кадрів.

Відзнакою НАН України «За професійні здобутки» нагороджено:

- старшого наукового співробітника Інституту геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України кандидата технічних наук **Полюяньського Станіслава Антоновича** за багаторічну сумлінну наукову і науково-організаційну працю, значний особистий внесок у розвиток гірничої науки та підготовку висококваліфікованих наукових кадрів;
- провідного наукового співробітника Інституту фізики НАН України доктора фізико-математичних наук, професора **Шендеровського Василя Андрійовича** за багаторічну сумлінну наукову працю, особисті творчі здобутки у галузі вузькозонних напівпровідників та значний особистий внесок у підготовку висококваліфікованих наукових кадрів;
- старшого наукового співробітника Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України кандидата технічних наук **Перепльотчикова Євгена Федоровича** за багаторічну сумлінну наукову працю та особисті творчі здобутки у галузі металознавства;
- старшого наукового співробітника Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України доктора технічних наук **Лошака Матвія Говшіївича** за багатолітню сумлінну наукову і науково-організаційну працю та особисті творчі здобутки у галузі матеріалознавства та міцності твердих сплавів і надтвердих композиційних матеріалів;
- старшого наукового співробітника Інституту прикладної фізики НАН України кандидата технічних наук, професора **Максимова Анатолія Олександровича** за багаторічну сумлінну працю вченого і педагога та вагомий особистий внесок у забезпечення наукових досліджень у галузі прикладних проблем радіотехніки та радіолокації;
- першого заступника генерального директора Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського кандидата історичних наук **Полика Володимира Івановича** за багатолітню сумлінну наукову та науково-організаційну працю, зразкове виконання посадових обов'язків та вагомий здобутки у професійній діяльності.

Почесною грамотою Президії НАН України і Центрального комітету профспілки працівників НАН України нагороджено:

- вченого секретаря Морського гідрофізичного інституту НАН України доктора географічних наук **Совгу Олену Євгенівну** за багатолітню сумлінну наукову та науково-організаційну працю

та значний особистий внесок у розвиток геохімічних та геоекологічних досліджень;

- старшого наукового співробітника Інституту скінтіляційних матеріалів НАН України доктора технічних наук **Кудіна Олександра Михайловича** за багаторічну сумлінну працю вченого і педагога та особисті творчі здобутки у галузі скінтіляційних матеріалів;
- завідувача відділу Інституту скінтіляційних матеріалів НАН України **Сокола Віктора Яковича** за багатолітню сумлінну працю та особисті творчі здобутки у галузі охорони праці і екології;
- завідувача відділу Інституту гідробіології НАН України доктора хімічних наук, професора **Линника Петра Микитовича** за багатолітню сумлінну працю вченого і педагога, особисті творчі здобутки у галузі гідрохімії і гідроекології та значний особистий внесок у підготовку наукових кадрів;
- старшого наукового співробітника Інституту народознавства НАН України доктора мистецтвознавства, кандидата історичних наук **Никорак Олену Іванівну** за багаторічну сумлінну наукову працю та вагомий особистий внесок у розвиток народознавчої науки;
- завідувача Лабораторії методів математичної фізики Державного наукового центру Російської Федерації «Інститут теоретичної і експериментальної фізики» члена-кореспондента РАН **Морозова Олексія Юрійовича** за значні творчі здобутки у розвитку наукового співробітництва між ученими України і Російської Федерації та велику організаційну і виховну роботу з підготовки обдарованої молоді для наукової діяльності.

Подякою НАН України за вагомий внесок у зміцнення творчої співпраці вчених України і Російської Федерації та самовіддану плідну працю з розроблення новітніх освітніх програм для молодих спеціалістів, аспірантів, студентів і школярів та їх активне впровадження у практику розвитку творчої активності і підготовки наукових працівників відзначено:

- заступника директора Лабораторії інформаційних технологій Об'єднаного інституту ядерних досліджень (м. Дубна, Російська Федерація) кандидата фізико-математичних наук, професора **Коренькова Володимира Васильовича**;
- директора Навчально-наукового центру Об'єднаного інституту ядерних досліджень (м. Дубна, Російська Федерація) доктора фізико-математичних наук **Пакуляка Станіслава Здиславовича**.

ЧЕРГОВЕ ЗАСІДАННЯ РАДИ МІЖНАРОДНОЇ АСОЦІАЦІЇ АКАДЕМІЙ НАУК

7 червня 2012 року в Національному дослідницькому центрі «Курчатівський інститут» відбулося чергове засідання Ради Міжнародної асоціації академій наук (МААН). Під час урочистої церемонії закриття засідання президенту МААН, президенту НАН України академіку НАН України і РАН Борису Євгеновичу Патону було присвоєно звання Почесного доктора НДЦ «Курчатівський інститут».

Чергове XXIV засідання Ради Міжнародної асоціації академій наук (МААН) відбулося 7 червня 2012 р. у Національному дослідницькому центрі «Курчатівський інститут» (Москва, Російська Федерація). У заході взяли участь керівники національних академій наук Росії, України, Білорусі, Молдови, Азербайджану, Грузії, Киргизстану, Таджикистану, а також представники організацій, що є асоційованими членами МААН.

Засіданню передувала екскурсія Курчатівським центром нано-, біонаук, інформаційних та конвергентних технологій із джерелами синхротронного випромінювання та нейтронів і соціогуманітарних наук (НБІКС-центр). Гості відвідали комплекс молекулярної візуалізації, відділи електронної мікроскопії і нейрокогнітивних наук, оглянули синхротронно-нейтронний комплекс і станцію суперкомп'ютера. Члени Ради МААН були приємно вражені тим, як стрімко останніми роками розвиваються технологічні потужності Центру. Академік Б.Є. Патон зауважив, що Курчатівський інститут асоціюється передусім з атомним проектом СРСР, який свого часу було успішно реалізовано. Він висловив надію, що сьогоденній бурхливий розвиток конвергентних нано-, біо-, інфо- і соціогуманітарних наук забезпечить нові науково-технологічні прориви.

Відкрив засідання президент МААН, президент НАН України академік НАН України і РАН Борис Євгенович Патон. Він зазна-

чив, що робота Ради МААН проходить у стінах ушлявленого Курчатівського інституту. Багато що тут нагадує про засновника і першого його директора, видатного радянського фізика Ігоря Васильовича Курчатова, який, без сумніву, відіграв виняткову роль у розв'язанні наукових проблем оволодіння ядерною енергією в Радянському Союзі.

З вітальним словом до учасників засідання звернувся помічник Президента РФ А.О. Фурсенко. Він наголосив, що нині найважливішим завданням є підтримка саме фундаментальної науки і створення нових наукових напрацювань. Національні академії наук були й залишаються головним складником єдиного науково-освітнього простору в межах СНД. Розширення кооперації академічної науки має стати одним із найважливіших інструментів для підтримки розвитку науки та освіти.

Ректор Московського державного університету ім. М.В. Ломоносова В.А. Садовничий повідомив про діяльність філій університету в країнах СНД, а також про співпрацю МААН із Євразійською асоціацією університетів (ЄАУ), завдяки якій сьогодні реалізують низку важливих і успішних проектів. Як приклад плідної спільної роботи МААН і ЄАУ він навів науково-дослідну програму «Чорне, Азовське та Каспійське моря як імітаційна модель океану». У ній беруть участь Інститут обчислювальної математики РАН, Інститут океанології ім. П.П. Ширшова РАН,



Учасники засідання Ради МААН, Москва, 7 червня 2012 р.

МДУ ім. М.В. Ломоносова, Морський гідрофізичний інститут НАН України, Інститут біології південних морів ім. О.О. Ковалевського НАН України, Інститут геологічних наук НАН України, а також Бакинський і Тбіліський державні університети.

Далі з доповіддю «Конвергенція наук — від неживого до живого» виступив директор НДЦ «Курчатівський інститут» член-кореспондент РАН М.В. Ковальчук. Він розповів про НБІКС-конвергенцію як наступний етап розвитку науки. В індустріальному суспільстві головна мета розвитку науки і техніки була пов'язана з вивченням «будови» і можливостей людини та їх копіюванням у модельних технічних системах. Сьогодні починається новий етап. Від технічного, модельного копіювання на основі неорганічних матеріалів людство переходить до відтворення систем живої природи за допомогою нанобіотехнологій. В основу конвергентних фундаментальних і прикладних досліджень Курчатівського НБІКС-центру в галузі матеріалознавства, біонанотехнологій, інформатики, інноваційної енергетики, а також з

вивчення природи мислення, формування процесів пам'яті, покладено саме таке поєднання «живого» і «неживого».

З доповіддю про найбільш значущі події в діяльності МААН у 2011 р. та про плани роботи на 2012–2013 рр. виступив академік Б.Є. Патон. Він зазначив, що в рамках Асоціації підтримуються регулярні контакти як на рівні керівництв академій, так і на рівні окремих творчих колективів. Учені виконують сотні спільних наукових проектів за пріоритетними напрямками. Президент МААН детально розповів присутнім про результати та найближчі перспективи розвитку співпраці між МААН і ЮНЕСКО. Він також звернув увагу на важливість своєчасної підготовки наукової зміни й діяльність Асоціації в цьому напрямі, зокрема стажування молодих учених із країн СНД у провідних наукових центрах, навчання молодих науковців, аспірантів та студентів-старшокурсників на курсах із сучасних методів досліджень наноматеріалів, відвідування ними міжнародних літніх шкіл. Як позитивні приклади співпраці під егідою МААН було



Вручення академіку Б.Є. Патону диплома про присвоєння звання Почесного доктора НДЦ «Курчатовський інститут»



Слово у відповідь академіка Б.Є. Патона

згадано кілька вагомих заходів, що відбулися на базі Міжнародного інноваційного центру нанотехнологій СНД, та низку міжнародних програм у галузі радіобіології та астрономії, деякі з яких виконують на унікальних наукових комплексах у Приельбруссі.

У своєму виступі Б.Є. Патон підкреслив актуальність та перспективність досліджень, що виконують у Курчатовському інституті. Він запропонував усім науковим організаціям, які мають визначні досягнення у галузі НБІКС, активно долучатися до розвитку цього нового напрямку — конвергенції наук і технологій. На користь такої кооперації свідчить підписана в 2010 р. Угода про співробітництво між НАН України та НДЦ «Курчатовський інститут», яка сприяє розвитку спільних досліджень з ядерної фізики та атомної енергетики, енергозощадження та ядерної медицини, фізики плазми і керованого термоядерного синтезу, нанобіотехнологій та інформаційно-комунікаційних систем. У ході засідання Ради МААН Б.Є. Патон і М.В. Ковальчук підписали документ, що продовжує термін дії Угоди про співробітництво МААН і НДЦ «Курчатовський інститут».

Б.Є. Патон окремо зупинився на необхідності подолання технологічного відставання держав СНД у галузі виробництва прискорювачів і томографів для медичного використан-

ня — основного обладнання ядерної медицини. Ця проблема стає вкрай важливою, зважаючи на щорічне зростання онкологічних захворювань, і для її розв'язання потрібно об'єднати зусилля всіх країн, академії наук яких входять у МААН.

Президент Асоціації також нагадав про роботу зі створення Міждержавного фонду фундаментальних досліджень та інновацій у межах СНД, завдяки якому має здійснюватися фінансування проектів із найпріоритетніших напрямів наукових досліджень і розробок. Такий фонд, безумовно, потрібний сьогодні, про що свідчить успішний досвід діяльності Міждержавного фонду гуманітарного співробітництва держав — учасниць СНД.

Завершуючи свій виступ, академік Б.Є. Патон закликав колег шукати нові підходи до участі в проектах рівня «megascience», а також активніше привертати увагу урядів своїх країн до розвитку цих передових технологій.

Далі учасники засідання Ради МААН заслухали доповіді віце-президента РАН академіка С.М. Алдошина та представників національних академій про стан справ у академіях наук. Було висловлено одностайну думку, що МААН створює умови для співпраці науковців із різних держав, дозволяє ефективно використовувати наявний потенціал для плідної наукової діяльності.

Наприкінці засідання Ради МААН відбулася урочиста церемонія присвоєння академіку Б.Є. Патону звання Почесного доктора НДЦ «Курчатовський інститут» (Dostor Honoris Causae). Її відкрив директор Інституту М.В. Ковальчук. Він підкреслив, що Б.Є. Патон має величезний список досягнень і почесних звань, є почесним доктором багатьох академій і наукових організацій. *«Борис Евгеньевич — всемирно известный ученый в области электросварки, металлургии и технологии материалов, материаловедения. Патоновская научная школа не нуждается в представлении. Помимо выдающихся результатов в науке и огромного вклада в развитие цивилизации и экономики постсоветского пространства, Борис Евгеньевич еще и инициатор уникального объединения научных сил на постсоветском пространстве — МААН, опытный организатор науки и общественный деятель. Деятельность МААН, направленная на сохранение и развитие творческих связей между учеными, получила заслуженное признание не только в СНГ, но и за его пределами»*, — наголосив Михайло Валентинович Ковальчук.

Він також зауважив, що Курчатовський інститут лише нещодавно відновив традицію присвоєння цього звання видатним ученим сучасності. Б.Є. Патон — третій володар диплома Почесного доктора НДЦ «Курчатовський інститут». Першим в історії почесним доктором Курчатовського інституту став у 2010 р. професор Гельмут Дош (Helmut Dosch) — голова Ради директорів Німецького електронного синхротрона (DESY). Другим, у цьому році, — Рольф-Дітер Хойер (Rolf-Dieter Heuer), генеральний директор Європейського центру ядерних досліджень (CERN).

Під загальні оплески Борису Євгеновичу було урочисто вручено диплом почесного доктора, пам'ятний знак, а також традиційні шапочку і мантию.

У своєму виступі у відповідь Б.Є. Патон сказав: *«Я искренне взволнован и тронут тем, что отмечены мои заслуги, присвоено столь высокое звание. Курчатовский институт — это гордость России, Советского Союза. И в последние годы, под руководством М.В. Ковальчука, здесь сделано невероятно много! Но впереди еще немало работы»*.

УДК 621.8.036+711.8

Б.Є. ПАТОН¹, А.А. ДОЛІНСЬКИЙ², Б.І. БАСОК², Є.Т. БАЗЄЄВ²

¹Інститут електроварування ім. Є.О. Патона Національної академії наук України
вул. Боженка, 11, Київ, 03680, Україна

²Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України
вул. Желябова, 2а, Київ, 03057, Україна

ПРОЕКТ ДЕРЖАВНОЇ ЦІЛЬОВОЇ ПРОГРАМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ НА 2012–2016 РОКИ – ІННОВАЦІЙНА ОСНОВА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОНОВЛЕННЯ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ УКРАЇНИ

Проблему розвитку науково-виробничої сфери комунальної теплоенергетики розглянуто як предмет фундаментальних і прикладних досліджень. Сформульовано принципове положення про базову роль регіональних програм модернізації комунальної теплоенергетики як інноваційної основи технологічного оновлення систем теплозабезпечення населених пунктів України. Наведено основні результати досліджень із проблеми розроблення енергоефективних технологій і обладнання для модернізації комунальної теплоенергетики України. Підготовано проект Державної цільової програми комплексної модернізації комунальної теплоенергетики України на 2012–2016 рр., основу якої становлять інноваційні заходи з енергоефективності, запропоновані Інститутом технічної теплофізики НАН України, а також сукупні рекомендації регіональних програм модернізації комунальної теплоенергетики 23 областей України та міст Києва, Харкова і Севастополя, що ґрунтуються на позитивному досвіді пілотної програми, реалізованої в Донецькій області. Наведено основні техніко-економічні показники програми. У матеріалі висвітлено основні положення програми, розробленої з метою виконання Постанови Президії НАН України від 16.02.2011 р. № 37 «Результати і проблеми модернізації комунальної теплоенергетики України».

Ключові слова: житлово-комунальне господарство, теплозабезпечення, енергоефективні технології, регіональні програми.

ВСТУП

Теплозабезпечення населених пунктів України — одна з найважливіших функцій житлово-комунального господарства (ЖКГ). Сьогоднішній стан цієї галузі, що була сформована в умовах радянської України, — наукова, технічна, фінансово-економічна, законодавчо-правова сфери — можна схарактеризувати як близький до критичного. Тут тісно переплелися технологічні, економічні

та соціальні проблеми [1–4]. Оскільки для потреб теплозабезпечення витрачають близько 40% усього обсягу природного газу, використовуваного в державі, який переважно імпортується з Росії за щороку вищими цінами, то дедалі більше загострюється й проблема енергетичної, а отже, економічної і національної безпеки України.

Розглядаючи проблеми паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) країни, раніше аналізували стан і шляхи розвитку так званої «великої енергетики», а саме: нафтогазової галузі та електроенергетики (великі ТЕС

і ТЕЦ). Комунальна теплоенергетика, на-самперед підприємства системи теплозабезпечення («мала енергетика»), фінансувала-ся за залишковим принципом. Відповідно їй не приділяли належної уваги, адже обладнання все ж таки було досить надійним, а ціна палива, переважно природного газу, — низькою.

За останні десятиліття перед комунальною теплоенергетикою постало чимало серйозних викликів. Найбільш імовірними чинниками, що загрожують теплозабезпеченню населених пунктів України і на усунення яких повинна бути спрямована державна політика та діяльність органів влади, є:

1. Розшарування суспільства на вузьке коло багатих і більшість бідного населення в умовах стійкого тренду підвищення непрозорих тарифів за послуги з теплопостачання. Це створює соціальну напруженість у суспільстві.

2. Переважне використання монопалива (природного газу) демонструє здеформованість структури балансу паливо-енергетичних ресурсів і жорстку залежність імпорту природного газу від одного постачальника.

3. Перехід за допустимі межі фізичного та морального зношення основних виробничих фондів підприємств комунальної теплоенергетики.

4. Завойовування іноземними фірмами внутрішнього ринку України щодо постачання багатьох видів спеціального обладнання і технологій.

5. Витіснення іноземними комерційними структурами вітчизняної продукції як із зовнішнього, так і з внутрішнього ринків.

6. Руйнування технологічної єдності наукових досліджень і розробок, розпад наукових колективів у період фінансово-економічної кризи, що підриває науково-технічний потенціал ЖКГ. Слабка наукова підготовка спеціалістів з інженерних дисциплін.

7. Значна нерівномірність соціально-економічного розвитку регіонів і населених пунктів (кризові, депресивні), порушення

виробничо-технологічних зв'язків між підприємствами, розрив між рівнем виробництва і ВВП на душу населення, наявність екологічно кризових підприємств і регіонів.

8. Ослаблення системи державного контролю, що призводить до розширення діяльності тіньових структур у сфері приватизації об'єктів теплопостачання.

9. Нестійке становище підприємств, несприятливий інвестиційний клімат та інші проблеми, пов'язані з фінансовою дестабілізацією в економічних відносинах об'єктів, що входять в господарську систему теплопостачання.

У таких умовах головною метою в справі розв'язання проблем теплозабезпечення стає вибір стратегічно вивірених рішень щодо розвитку цієї сфери ЖКГ. Модернізація комунальної теплоенергетики передбачає технічне переоснащення всіх ланок системи теплопостачання, у тому числі заміну або вдосконалення котлів, перекладання аварійних і старих теплових мереж, встановлення індивідуальних теплових пунктів (ІТП) у будинках, заміщення природного газу альтернативними видами палива і термоізоляцію будинків. Цілком очевидно, що модернізація лише однієї ланки системи теплопостачання не спричинить значної економії газу. Необхідно здійснювати комплексні заходи з оновлення й удосконалення всієї системи теплопостачання.

Значний енергоощадний потенціал має, звичайно, термомодернізація житлових будинків. За всієї важливості й необхідності такого заходу вона найближчим часом не може бути реалізована в масштабах усієї України. Сьогодні може йтися лише про локальну термомодернізацію будівель бюджетної сфери. Поки що немає перевічених даних про річні плани виведення з експлуатації наявного житлового фонду, введення нового, зміну теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій (ОК) нового будівництва. Відсутня або ж тільки розпочалася апробація комплексу конструктивно-технологічних рішень для

термомодернізації будівель. Такий технічний захід можна виконати за 15–17 років за умови відповідного фінансування (оцінки показують, що воно має бути значним). Розроблення стратегії реалізації термомодернізації будинків необхідно розпочати зі складання прогнозу щодо забезпечення населення тепловою енергією для опалення і гарячого водопостачання з урахуванням варіантів розвитку житлового будівництва, що визначені прогнозними сценаріями розвитку міст різного масштабу, оцінками демографічних трендів регіонів та іншими чинниками.

ПРИНЦИПОВЕ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО КОМПЛЕКСНОЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Незважаючи на те що впродовж останніх 10–15 років було прийнято низку як державних, так і галузевих програм ефективного й раціонального використання енергоресурсів, суттєвих успіхів у цьому напрямі досягнуто не було. Щобільше, така сфера ЖКГ, як теплозабезпечення, дійшла критичного стану. Це зумовлено тим, що вказані програми не мали належної спрямованості, а відповідно, інвестиційної, фінансової, організаційно-правової та науково-технічної підтримки. Крім того, не стимулювали енергозаощадження й відносно низькі (до 2005 р.), порівняно з європейськими, ціни на природний газ.

З урахуванням цих обставин Інститут технічної теплофізики НАН України (ІТТФ) як фундаментальну засаду комплексної модернізації систем теплозабезпечення сформулював таке принципове положення: *проблема раціонального надійного теплозабезпечення населення є насамперед територіальною і може бути ефективно розв'язана в рамках регіональних програм з ретельним урахуванням місцевих особливостей та водночас за умови системної і послідовної підтримки з боку держави.*

Це положення спочатку отримало неоднозначну оцінку з боку наукової спільноти й відповідальних державних осіб. Потрібно було провести цілий ряд науково-організаційних

заходів (конференцій, семінарів, нарад), виступити в засобах масової інформації, щоб аргументовано захистити тезу про необхідність технологічного оновлення системи теплозабезпечення саме на базі технологій, що передбачені регіональними програмами модернізації комунальної теплоенергетики. І тут слід відзначити вагомий роль учених ІТТФ, а саме: заступника директора з наукової роботи, завідувача відділу члена-кореспондента НАН України Ю.Ф. Снежкіна, завідувачів відділів члена-кореспондента НАН України Н.М. Фіалко, академіка НАН України А.А. Халатова, кандидатів технічних наук О.І. Сігала, Г.Г. Гелетути, В.Г. Демченка, Л.В. Декуші, ученого секретаря кандидата технічних наук О.І. Чайки, директора державного підприємства «Науково-технічний центр енергоприладобудування» при ІТТФ НАН України О.О. Назаренка.

Запропоноване ІТТФ НАН України принципове положення відображено у Фінальній декларації VII Міжнародного конгресу «Інституційні та технічні аспекти реформування житлово-комунального господарства – 2011», що відбувся в м. Києві 8–11 листопада 2011 р.: *«...головною метою житлово-комунального господарства має стати підвищення якості житлово-комунальних послуг для всіх верств населення, забезпечення бездотаційності галузі, що має бути досягнута шляхом: забезпечення регіонального функціонування підприємств житлово-комунального господарства, зокрема, створення і впровадження регіональних програм комплексної модернізації системи теплозабезпечення...».*

Комплексна програма реформування і модернізації житлово-комунального господарства на 2010–2020 рр. у Російській Федерації також базується на програмах комплексного розвитку регіонів, для чого передбачено розроблення методики підготовки регіональних програм щодо впровадження нових технологій у ЖКГ, біоресурсів для виробництва електро- і теплоенергії [5].

Зазначеному принциповому положенню має бути підпорядкована мета відповідних регіональних програм, а саме: розроблення комплексу методологічних, науково-технічних та

організаційних засад докорінного вдосконалення систем територіального теплозабезпечення та його практичне застосування для:

1) забезпечення сталого і надійного функціонування комунальної теплоенергетики з постачанням споживачам у необхідній кількості та відповідній якості теплової енергії для гарячого водопостачання й опалення з урахуванням вітчизняних умов експлуатації обладнання;

2) заміщення та економії на підприємствах ЖКГ до 30% природного газу відносно базової витрати в перші 5 років за терміну окупності запропонованих новітніх технологічних і технічних заходів до 4–5 років;

3) використання переважно вітчизняного сучасного устаткування і лише в разі його відсутності — закордонного;

4) заміни застарілого обладнання за умови неможливості підвищити ефективність його використання за допомогою сучасних технологій;

5) функціонування систем централізованого й індивідуального теплопостачання за пріоритетного розвитку першого.

Саме регіональні програми, враховуючи конкретні умови регіону, мають передбачати механізми й умови модернізації комунальної теплоенергетики. Потрібно взяти до уваги, що регіони України істотно відрізняються:

- природними умовами (за напрямками: північ — південь, схід — захід), природо-ресурсним і біокліматичним потенціалами;

- промислово-економічним рівнем секторів економіки південно-східних і північно-західних регіонів;

- питомою густиною населення, господарською діяльністю, соціально-економічним рівнем розвитку (кількість продукції і доходів на одну людину);

- показниками забруднення довкілля антропогенними викидами (так звані «екологічно кризові» території);

- традиціями, культурою, поліетнічністю населення;

- рівнем і ступенем використання наукового й науково-технічного потенціалу для розв'язання регіональних проблем;

- протяжністю кордону із сусідніми країнами й наявністю економічних взаємин із ними.

Особливості регіонів можуть визначати потенційні можливості ефективного й економічно доцільного використання альтернативних джерел енергоресурсів для заміни природного газу. У деяких регіонах можуть переважувати традиційні енергоресурси — вугілля, мазут, в інших — місцеві види палива — торф, деревина, біомаса тощо. Отже, регіони мають створити власну енергетичну стратегію і програму управління енергоефективністю, поступово відходячи від монопалива (природного газу), за результатами детального техніко-економічного обґрунтування заміни природного газу альтернативними енергоресурсами. Важливо, щоб необхідність розроблення регіональної енергетичної стратегії усвідомила місцева влада, незалежно від зміни керівництва й кон'юнктурних міркувань, і щоб ця стратегія була приваблива для інвесторів та власників.

Підготовка й реалізація регіональних програм дадуть змогу підвищити надійність і маневреність енергопостачання регіонів, а отже, й енергетичну безпеку України:

- розвиток технологій використання в регіонах власних енергоджерел підвищує ступінь самозбалансованості щодо паливно-енергетичних ресурсів, створюючи резерв на випадок великих аварій централізованих систем енергопостачання;

- у разі тривалих критичних ситуацій, пов'язаних з енергопостачанням, невеликі децентралізовані регіональні енергоустановки можуть бути споруджені й задіяні у відносно короткі строки.

ПРОБЛЕМА РОЗВИТКУ НАУКОВО-ВИРОБНИЧОЇ СФЕРИ КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ЯК ПРЕДМЕТ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ І ПРИКЛАДНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Науковці ІТТФ НАН України ще в 90-х роках минулого століття, відстежуючи спад технічного рівня підприємств комунальної теплоенергетики, передбачали наслідки цього

процесу і розпочали проведення наукових досліджень щодо розроблення основ енергоефективної комплексної модернізації цієї сфери. Міжгалузеві особливості та міжвідомчий характер підпорядкованості об'єктів комунальної теплоенергетики перешкоджали реалізації скоординованої політики розвитку цієї галузі ЖКГ.

З метою аналізу проблем і координації науково-дослідних робіт ІТТФ НАН України виступив ініціатором проведення ряду науково-організаційних заходів. У 1994 р. було створено відомчу Науково-координаційну раду з питань промислової і муніципальної енергетики, яка згодом отримала статус Координаційно-технічної ради з малої енергетики при Міністерстві освіти та науки України (голова Ради — академік НАН України А.А. Долінський). Її діяльність була спрямована на розроблення науково-технічної політики щодо підвищення ефективності використання палива в промисловій та малій енергетиці.

Починаючи з 1999 р., Інститут раз на два роки проводить міжнародні науково-практичні конференції, на яких обговорюють актуальні проблеми енергозаощадження й модернізації об'єктів промислової теплотехніки і комунальної теплоенергетики. Остання конференція відбулася в травні 2011 р. Отже, вже з початку 90-х років проблеми розвитку науково-виробничої сфери комунальної теплоенергетики України стали для ІТТФ НАН України предметом фундаментальних і прикладних досліджень. Перша публікація [6] з цієї тематики з'явилася в 1993 р. Головними напрямками досліджень є:

- аналіз стану комунальної теплоенергетики з визначенням факторів-загроз і ключових проблем;
- оцінювання потенціалу і ринку енергоресурсної бази, у тому числі альтернативних джерел енергії;
- підвищення ефективності використання енергоресурсів у процесі генерації, транспортування й споживання тепла;
- розвиток методів поглибленого техніко-економічного аналізу використання енерго-

ресурсів, особливо відновлювальних джерел енергії;

- розроблення заходів і механізмів вирішення питань законодавчо-правової, фінансово-економічної, інвестиційної та науково-технічної політики для комплексної модернізації комунальної теплоенергетики.

Основні цілі зазначених досліджень:

- наукове обґрунтування технічної політики в галузі комунальної теплоенергетики, спрямованої на ефективне використання енергоресурсів, зменшення шкідливих викидів в атмосферу, зокрема парникових газів;

- активна участь у розробленні проектів регуляторних документів (концепцій, стратегій, програм) технологічного оновлення комунальної теплоенергетики.

Для досягнення поставленої мети проводили як аналітичні, так і експериментальні дослідження. Перші були зосереджені на розробленні математичних моделей і методів досліджень складних процесів та систем з урахуванням численних факторів і даних, що стосуються такої непростой галузі ЖКГ, як комунальна енергетика. Експериментальні дослідження (з урахуванням результатів аналітичних досліджень) було спрямовано на створення нового енергоефективного обладнання, що генерує або використовує тепло, й інженерних методів його розрахунку з апробацією нових технологій у промислових умовах.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Уперше здійснено системний аналіз сучасного стану теплозабезпечення України, визначено ключові проблеми цієї галузі, обґрунтовано шляхи і заходи щодо її комплексної модернізації. Розглянуто й запропоновано новітні енергоефективні технології та обладнання для переоснащення підприємств теплопостачання. Оцінено можливу економію паливно-енергетичних ресурсів, передусім природного газу, і зменшення обсягів викидів шкідливих речовин та парни-

кових газів. Сформульовано принципове положення про те, що проблема енергоефективного й надійного теплозабезпечення населення може бути результативно розв'язана в рамках регіональних програм.

Розроблено й ідентифіковано пакет прикладних програм комп'ютерного моделювання термогазодинамічних процесів у котлах, що дало можливість з високою точністю розраховувати поля швидкостей, температур, формування оксидів азоту й сірки у вогневому просторі, здійснювати повномасштабний аналіз термогазодинаміки, її впливу на емісію шкідливих речовин та енергетичну ефективність, особливо в умовах змінних навантажень, що характерні для експлуатації об'єктів комунальної теплоенергетики.

Запропоновано захищені патентами конструктивно-інженерні рішення щодо модернізації опалювальних котлів, у тому числі з вторинними випромінювачами в топочному об'ємі, із гнучкою енергоощадною системою керування, з впровадженням енергоефективних пальників, адаптованих до низького тиску газу, та пальників нового покоління, що забезпечують якісне спалювання газу й низький вихід оксидів азоту і діоксидів вуглецю.

Розроблено засади нових технологій використання теплових викидів котлоагрегатів малої та середньої потужності на основі поверхневих і контактних теплообмінних апаратів й теплових насосів. Застосування цих технологій дає змогу підвищити ККД котельної установки на 13–15% і на 8–10% під час використання утилізованої теплоти для нагрівання зворотної тепломережної води і підігріву та зволоження дуттьового повітря відповідно.

Впроваджено високоефективні теплоутилізаційні установки, уперше створено технологію сумісного процесу одночасної утилізації теплоти й очищення викидних газів.

На основі ексергетичного аналізу розроблено методику розрахунків показників енергетичної ефективності комбінованого виробництва теплової та електричної енергії, розраховано енергетичну ефективність ти-

пових когенераційних систем. Запропоновано математичну модель, виконано техніко-економічне обґрунтування, оптимізовано теплову схему когенераційної установки — газопоршневий двигун з котлом-утилізатором.

З метою запобігання невиправданим витратам теплової енергії (перетопам) створено автоматизовані ІТП з програмним забезпеченням, які дають можливість гнучко реагувати на зміну погодних умов. Упровадження ІТП забезпечує істотне заощадження теплової енергії.

Підготовано атлас схем ефективного використання ІТП та автоматичних вузлів керування розподілом теплової енергії, розроблено і впроваджено в пілотному проєкті оригінальний блок ІТП з незалежним приєднанням системи опалення до теплової мережі через розбірний пластинчастий теплообмінник із вбудованим блоком електричних котлів для автономного теплопостачання за заданим алгоритмом в умовах нічного пільгового тарифу на електроенергію. Вказаний підхід робить таку схему ІТП легкорегульованою, надійнішою та економічно привабливою. Крім цього, в одному з корпусів ІТТФ НАН України на вул. Булаховського запроваджено оригінальний ІТП з «гідравлічною стрілкою», використання якого зумовило економію теплової енергії на 12–15%. На основі оптимізації теплових режимів та алгоритмів керування, які забезпечені оригінальним електронним регулятором, розроблено ІТП, який встановлено в головному корпусі ІТТФ НАН України. Економію енерговитрат до 25% досягнуто завдяки регулюванню температури повітря в приміщенні на час відсутності персоналу.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень, виконаних у Науково-технологічному центрі теплонасосних технологій ІТТФ НАН України, дали змогу встановити закономірності для оптимізації ефективного відбору теплоти навколишнього середовища (повітря, ґрунтові води, вода з системи автономного теплопостачання та ін.) і низькопотенціальних техногенних

джерел теплоти з упровадженням розроблених оригінальних теплообмінників і створенням енергоефективних систем теплонасосного постачання тепла й кондиціонування адміністративних і житлових будівель.

Оцінено технічно можливий та економічно обґрунтований потенціал біомаси (солома, деревина тощо) у паливно-енергетичному балансі країни. Розглянуто законодавчі основи розвитку ринку біопалива. Розроблено оригінальні біопаливні котли й набуто досвіду використання біопалива в комунальному секторі.

Уперше створено теплоакумулювальні матеріали з фазовим переходом на основі промислових модельних сумішей для лиття. За результатами калориметричних досліджень і термоциклювання визначено їхні експлуатаційні характеристики, сформульовано рекомендації щодо застосування цих матеріалів у системах акумулювання теплової енергії, що дає змогу знизити вартість теплоаккумуляторів на 35%, водночас зберігаючи питому енергоємність на рівні традиційних акумуляторів із фазовим переходом на базі чистих матеріалів.

Уперше в Україні розроблено теплову схему, технології та устаткування для утилізації низькопотенціальної теплоти каналізаційних стоків без їх попереднього очищення з використанням теплових насосів. Створено надійне теплообмінне устаткування для теплонасосної станції гарячого водопостачання в м. Краматорську тепловою потужністю 1,4 МВт.

Відпрацьовано систему гнучкого керування, яка забезпечує енергоефективний режим спалювання палива (підтримання оптимального співвідношення «паливо – повітря») в умовах зміни навантаження котельної установки, з використання автоматизованих частотно-регульованих асинхронних електроприводів тягодутьових механізмів котелень. Це дає можливість зекономити паливо та зменшити споживання електроенергії.

Розроблено концептуальні науково-технічні основи створення експериментального

енергоефективного будинку пасивного типу як науково-технічної та технологічної теплофізичної лабораторії. Запропоновано моделі процесу теплообміну будівлі з навколишнім середовищем з урахуванням гідродинамічних процесів і кліматичних факторів. Проведено розрахунки дисипації теплової енергії від будівлі в атмосферу з метою вибору оптимальних параметрів ОК із критерієм досягнення високої теплоенергетичної ефективності. Підготовано ескізний проект експериментального будинку, розпочато його будівництво.

Розроблено комплекс приладів і систем для діагностики, контролю, захисту й керування теплоенергетичними об'єктами, а також ряд приладів для своєчасного визначення ділянок тепломереж, що потребують негайного ремонту, перекладення або заміни теплоізоляції; прогнозування та визначення місць аварійних ушкоджень.

Розроблено комбінований тепловізійно-теплометричний метод обстеження ОК будівель і споруд, заснований на безконтактному визначенні температурних полів поверхонь ОК за допомогою тепловізійної техніки в поєднанні з контактними вимірюваннями температури поверхні та повітря по обидва боки ОК. При цьому густина теплового потоку крізь ОК вимірювалась на основі оригінальних термоелектричних перетворювачів теплового потоку. На основі цього методу створено методику вимірювання опору теплопередаванню крізь теплоізоляційну оболонку будівель, яку призначено для забезпечення об'єктивності результатів вимірювань теплотехнічних характеристик, потрібних для оцінювання стану теплозахисту будівель та їхньої паспортизації за теплотехнічними показниками.

Розроблено комплекс апаратури для впровадження означеної методики в практику вимірювань під час теплотехнічного обстеження будівель (споруд), зокрема три модифікації комп'ютеризованих вимірювальних комплексів «Ресурс-96», «Ресурс-С», «Ресурс-РК».

Паралельно з аналізом проблем розвитку комунальної теплоенергетики в ІТТФ НАН

України створено і впроваджено енерго-ефективні технології та обладнання для генерування, транспортування і споживання теплоти — нові сучасні котлоагрегати, у тому числі на біомасі, утилізатори теплоти, когенераційні установки, теплонасосні установки, індивідуальні теплові пункти, комплекс приладів і систем автоматики, діагностики теплофізичних процесів тощо.

РЕГУЛЯТОРНІ ДОКУМЕНТИ ЩОДО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОНОВЛЕННЯ КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Наступний етап — розроблення та виконання програм модернізації систем теплозабезпечення міст і регіонів України. Позитивним чинником у цій роботі стало підписання в 2008 р. Міністерством з питань житлово-комунального господарства України та Національною академією наук України Меморандуму «Про співпрацю та координацію зусиль по комплексній модернізації комунальної теплоенергетики України з метою впровадження новітніх енерго- і ресурсозберігаючих технологій та покращення екологічних показників її функціонування». Згідно з цим документом головною організацією з координації спільної діяльності від НАН України визначено ІТТФ НАН України. Технологічний парк «Інститут технічної теплофізики» є інструментом реалізації інноваційних проектів регіональних програм модернізації комунальної теплоенергетики.

У 2009–2010 рр. Міністерство регіонального розвитку, будівництва і житлово-комунального господарства спільно з ІТТФ НАН України підготували проекти регуляторних документів, які визначають науково-технічну політику й ідеологію розвитку комунальної теплоенергетики і є науковою базою для низки розпоряджень та постанов Кабінету Міністрів України:

- Концепція Державної цільової програми модернізації комунальної теплоенергетики України, яку схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 02.04.2009 р. № 440-р;

- основні положення Державної цільової економічної програми модернізації комунальної теплоенергетики на 2010–2014 рр., схваленої постановою Кабінету Міністрів України від 04.11.2009 р. № 1216-п;

- Комплексна програма переобладнання котелень для використання ними альтернативних джерел енергії і палива, згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 19.02.2009 р. № 256-р та його дорученням від 27.02.2009 р. № 1025/0/1-09;

- основні положення Концепції Національної стратегії теплозабезпечення населених пунктів України, розглянуті на засіданні Експертної групи з питань підготовки регіональних та державних програм технічної модернізації теплоенергетики Міністерства з питань житлово-комунального господарства України (протокол засідання від 19.11.2003 р.).

Запропоновані ІТТФ НАН України наукову ідеологію й політику комплексної модернізації комунальної теплоенергетики України, що ґрунтуються на відповідних регіональних програмах, було проаналізовано в ряді публікацій [7–10].

РЕГІОНАЛЬНІ ПРОГРАМИ МОДЕРНІЗАЦІЇ КОМУНАЛЬНОЇ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Для підтвердження тези щодо необхідності та доцільності розпочати технологічне оновлення систем теплозабезпечення з відповідних регіональних програм потрібно було реалізувати пілотний проект модернізації комунальної теплоенергетики одного з регіонів України. Таким регіоном, що цілком відповідав меті роботи, виявилась Донецька область — економічно потужний регіон з високим промисловим тиском на довкілля. Роботу виконували в рамках ініційованого проекту спільного впровадження (СВ) «Реконструкція систем теплозабезпечення у Донецькій області», передбаченого механізмом Кіотського протоколу щодо зниження викидів парникових газів. Уперше обґрунтовано наукові засади і створено власну методологію визначення базової лінії та моніторингу для проектів СВ. Проект розробили

Інститут промислової екології (науковий керівник — директор інституту к.т.н. О.І. Сігал) і Обласне комунальне підприємство (ОКП) «Донецьктеплокомуненерго» (генеральний директор — к.е.н. В.А. Воротинцев). Його реалізацію розпочато з лютого 2004 р. Цей проект першим в Україні отримав незворотне інвестиційне фінансування на основі механізмів Кіотського протоколу. Впровадження проекту було продовжене завдяки зверненню державної влади Донецької області в рамках «Регіональної програми реабілітації комунальної теплоенергетики Донецької області», передбаченої договором від 1 березня 2007 р. № 430 між ІТТФ НАН України і ОКП «Донецьктеплокомуненерго». Це підприємство за участі науковців ІТТФ НАН України розробило і реалізувало пілотний проект модернізації комунальної теплоенергетики в області в 2004–2010 рр.

На вітчизняній промисловій базі підприємств Донецької області завдяки використанню новітніх інноваційних енергоефективних технологій було налагоджено виробництво устаткування й проведено реконструкцію систем теплопостачання (табл. 1). У результаті реалізації цього проекту в 2010 р. було зекономлено 80 млн м³ (27,5%) природного газу, зменшено на 274 т викиди оксидів азоту і на 146 тис. т парникових газів. Загальна економія природного газу з 2004 р. по 2009 р. становила 348 млн м³ (за поточними дотаційними для теплокомуненерго цінами — 368 млн грн). Пілотний проект регіональної програми окупився за 4 роки і став базою вже для 25 регіонів. ОКП «Донецьктеплокомуненерго» реалізувало також ряд проектів СВ й отримало значні безповоротні інвестиції (76,4 млн грн) за механізмами Кіотського протоколу.

В економічно розвиненому регіоні з високим промисловим навантаженням на навколишнє середовище вперше розроблено і впроваджено зі значною економією природного газу системний комплекс методологічних, науково-технічних і організаційних заasad модернізації комунальної теплоенерге-

тики на основі регіональної моделі сталого розвитку. Пілотний проект модернізації теплоенергетики Донеччини продемонстрував свою ефективність для реалізації схожих проектів в інших регіонах України з адаптацією до місцевих умов. Набутий досвід є базою для вдосконалення системи теплопостачання населених пунктів України.

Виконання широкомасштабної регіональної програми модернізації систем теплопостачання заклало перевірене на практиці науково-технічне підґрунтя для модернізації комунальної теплоенергетики України, а набутий досвід було узагальнено в роботі «Методологічні засади підготовки регіональних програм модернізації комунальної теплоенергетики», яка стала основою для «Порядку розроблення регіональних програм модернізації систем теплопостачання» (постанова Кабінету Міністрів України від 02.04.2009 р. № 401-п).

До складу методологічних засад входять концепція регіональної програми модернізації комунальної теплоенергетики, опитувальний лист, макет регіональної програми, а також посібник як допоміжний матеріал для розроблення програми.

Президія НАН України, заслухавши доповідь директора ІТТФ НАН України академіка НАН України А.А. Долінського, прийняла постанову від 16.02.2011 р. № 37 «Результати і проблеми модернізації комунальної теплоенергетики України», у якій, зокрема, зазначено:

- вважати наукові, науково-технічні та організаційні роботи зі створення регіональних програм комплексної модернізації комунальної теплоенергетики одними з пріоритетних у НАН України;

- ІТТФ спільно з Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України поширити досвід Донецької області з розроблення та реалізації регіональної програми модернізації комунальної теплоенергетики на всі області України.

На основі положень цієї постанови, а також власного бачення вибору шляхів і засобів

Табл. 1.

**Основні дані щодо впровадження заходів енергоефективної модернізації систем теплопостачання
Донецької області зі значною економією природного газу**

| № п/п | Захід | Обсяг впровадження, од. | Зниження витрати газу, тис. т.уп./рік | Зниження витрати газу, млн м ³ /рік. | Економія газу, % до базового споживання | Термін окупності, роки | Обсяг фінансування, млн грн | Зменшення викидів CO ₂ , тис. т | Зменшення викидів NO _x , т |
|---------------|--|-------------------------------|---|---|---|------------------------------|-----------------------------------|--|--|
| 1 | Заміна малоефективних котлоагрегатів потужністю до 2,5 МВт на високо-ефективні з ККД не нижчим за 91%, що оснащені енергоефективними паливниками | 518 | 41,15 | 36,1 | 12,4 | 2,6 | 141,5 | 66,33 | 123,45 |
| 2 | Оптимізація теплопостачання: закриття низькоефективних котельень та перенесення навантаження на котельні, обладнані сучасними котлами | 51 | 6,4 | 5,6 | 1,9 | 2,3 | 19,2 | 10,34 | 19,2 |
| 3 | Встановлення утилізаторів теплоти за котлами тепловою потужністю від 4 МВт і вище (ТВГ, ДКВР, КВГ, КЕ та ін.) | 48 | 3,59 | 3,15 | 1,08 | 2,5 | 11,8 | 5,75 | 10,77 |
| 4 | Впровадження енергоефективних паливників, у тому числі струменево-нішевих | 66 | 1,18 | 1,04 | 0,36 | 2,9 | 4,49 | 1,89 | 3,54 |
| 5 | Впровадження технології комбінованого виробництва теплової та електричної енергії | 2 | 1,1 | 0,96 | 0,32 | 3,6 | 5,2 | 1,28 | 3,3 |
| 6 | Впровадження автоматизованих індивідуальних теплових пунктів | 29 | 2,85 | 2,5 | 0,86 | 3,6 | 13,3 | 3,3 | 8,55 |
| 7 | Впровадження частотно-регульованих електроприводів на двигунах вентиляторів, димососів | 179 | 8,48 | 7,44 | 2,56 | 1,2 | 12,8 | 14,16 | 25,44 |
| 8 | Встановлення теплових насосів | 20 | 1,88 | 1,65 | 0,57 | 8,3 | 20,4 | 3,0 | 5,64 |
| 9 | Впровадження сучасних приладів обліку, контролю, управління та оптимізації на об'єктах теплопостачання | 14 | 0,87 | 0,76 | 0,26 | 0,9 | 1,07 | 1,39 | 2,61 |
| 10 | Заміна зношених труб теплових мереж на попередньо ізольовані труби: ізопрофлекс, касафлекс | 272,3 (км) | 6,9 | 6,05 | 2,07 | 12,7 | 114,39 | 11,0 | 20,70 |
| 11 | Комплексне налагоджування котельень і теплових мереж із використанням сучасних засобів регулювання та контролю | 205 | 16,99 | 17,49 | 6,01 | 1,1 | 28,7 | 27,78 | 50,97 |
| УСЬОГО | | | 91,39 | 80,15 | 27,5 | 3,8 | 368,35 | 146,22 | 274,17 |

науково-технічного переоснащення об'єктів комунальної теплоенергетики ІТТФ НАН України зробив усе можливе, щоб перекона-

ти Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, управління житлово-

комунального господарства обласних держадміністрацій у необхідності розпочати розроблення відповідних регіональних програм.

На сьогодні підготовано 25 регіональних програм. Окремі з них розробляли управління житлово-комунального господарства обласних держадміністрацій, у підготуванні інших брав участь ІТТФ НАН України. Розглядаючи регіональні програми як основу, ІТТФ у 2011 р. підготував проект Державної цільової програми модернізації комунальної теплоенергетики України на 2012–2016 рр.

Очікувані узагальнені результати реалізації регіональних програм наведено в табл. 2, 3. Умовно були визначені регіони, які значно відрізняються рівнем свого промисло-

во-економічного розвитку та природними характеристиками, й оцінено найбільшу результативність різних технологічних заходів щодо зниження споживання природного газу.

Із табл. 3 виходить, що найбільше заощадження природного газу в східному регіоні заплановано здебільшого на основі переоснащення котлів на тверде паливо, модернізації теплових мереж, оптимізації режимів роботи обладнання, установлення КГУ (когенераційних установок), ТН (теплових насосів); у південному – переважно завдяки установленню ТН, КГУ і загальному зменшенню теплоспоживання; у центральному – завдяки встановленню КГУ, ІТП та переведенню котлів на тверде паливо, в Києві – завдяки проведенню термомодернізації бу-

Табл. 2.

Потенціал зменшення використання природного газу завдяки реалізації регіональних програм комплексної модернізації комунальної теплоенергетики України на 2012–2016 рр.

| № | Завдання | Економія/ заміщення газу в 2015 р., млн м ³ /рік | % до базового споживання | Термін окупності, роки |
|----|--|--|--------------------------------|------------------------------|
| 1 | Реконструкція малоєфективних газових котлів. Застосування паливникових пристроїв | 485 | 4 | 1–3,5 |
| 2 | Обладнання котелень утилізаторами | 280 | 2,3 | 1,5–2 |
| 3 | Встановлення когенераційних установок із тепловими насосами | 160 | 1,3 | 3,5 |
| 4 | Використання теплових насосів | 65 | 0,5 | 4–7 |
| 5 | Використання місцевих видів палива | 300 | 2,5 | 4 |
| 6 | Використання вторинних скидних теплоенергетичних ресурсів | 145 | 1,2 | 2 |
| 7 | Застосування інформаційних технологій | 18 | 0,1 | 1 |
| 8 | Застосування електроенергії для обігріву | 300 | 2,5 | 4,5 |
| 9 | Установлення ІТП | 700 | 5,8 | 3–5 |
| 10 | Комплексне налагоджування котелень і теплових мереж з використанням сучасних засобів регулювання та контролю | 145 | 1,2 | 1,1 |
| 11 | Заміна тепломереж | 740 | 6,1 | 10–2 |
| 12 | Утеплення будівель* | 300 | 2,5 | 10–20 |
| | УСЬОГО | 3600 | – | – |
| 13 | Використання сонячної енергії для потреб теплопостачання | 30 | 0,25 | 5–8 |
| 14 | Використання енергії вітру для потреб теплопостачання | 17 | 0,14 | 8–13 |

За базове споживання взято 12 млрд м³ газу на рік

* Без урахування утеплення будівель м. Києва

Очікувані техніко-економічні показники регіональних (обласних) програм модернізації комунальної теплоенергетики України

| № | Регіон | Заощадження газу, млн м ³ /рік | % до загального річного споживання | Обсяг капіталовкладень, млн грн |
|----|--|---|------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | АР Крим | 84,7 | 50,9 | 906,1 |
| 2 | Вінницька обл. | 46,2 | 27,6 | 368,3 |
| 3 | Волинська обл. | 39,3 | 26 | 334,2 |
| 4 | Дніпропетровська обл. | 759,6 | 53,78 | 5568,4 |
| 5 | Донецька обл. | 285,9 | – | 2436,3 |
| 6 | Житомирська обл. | 79 | 55,2 | 539,5 |
| 7 | Закарпатська обл. | 6,4 | 47 | 27,5 |
| 8 | Запорізька обл. | 138,5 | 32,29 | 901,1 |
| 9 | Івано-Франківська обл. | 28,8 | – | 223,7 |
| 10 | м. Київ | 573,9 | 21,9 | 6789,35 |
| 11 | Київська обл. | 92,7 | – | 1330,5 |
| 12 | Кіровоградська обл. | 20,9 | 22,7 | 249,6 |
| 13 | Луганська обл. | 113 | 26,2 | 1066,8 |
| 14 | Миколаївська обл. | 28 | – | 183,3 |
| 15 | Рівненська обл. | 40,5 | 29 | 294,8 |
| 16 | м. Севастополь | 48,3 | 42 | 507,8 |
| 17 | Тернопільська обл. | 10,8 | – | 343 |
| 18 | м. Харків | 188,4 | 33,5 | 990,2 |
| 19 | Харківська обл. | 100 | 50,4 | 1926,4 |
| 20 | Херсонська обл. | 35,9 | 27 | 437,6 |
| 21 | Хмельницька обл. (у т.ч. програма «Торф») | 135,5 | – | 463 |
| 22 | Черкаська обл. | 67,7 | 60 | 450,3 |
| 23 | Чернівецька обл. | 24,2 | – | 116,2 |
| 24 | Чернігівська обл. | 27,3 | – | 419,6 |
| | УСЬОГО | 2975 | | 26873 |

* Не ввійшли дані Львівської, Полтавської та Сумської областей, які ще опрацьовують. З урахуванням показників цих областей заощадження природного газу становитиме близько 3,6 млрд м³/рік, а обсяг капіталовкладень — близько 28,6 млрд грн.

дівель і встановленню ІТП; у західному — завдяки встановленню КГУ, ІТП, модернізації котелень та переведенню котлів на тверде й альтернативні види палива.

ВИСНОВКИ

Проблему розвитку науково-виробничої сфери комунальної теплоенергетики розглянуто як предмет фундаментальних і прикладних досліджень. Сформульовано принципове положення про базову роль регіональних програм модернізації комунальної

теплоенергетики як інноваційної основи технологічного оновлення систем теплозабезпечення населених пунктів України.

Проблема надійного енергоефективного комунального теплозабезпечення населених пунктів України є насамперед територіальною. Її потрібно вирішувати системно, послідовно й комплексно в рамках відповідних регіональних програм. Підготовано нову науково-методичну базу для розроблення регіональних програм модернізації комунальної теплоенергетики.

На сьогодні розроблено й апробовано на практиці необхідні заходи з модернізації комунальної теплоенергетики різних регіонів і міст України, створено науково-методичні основи, на яких ґрунтуватимуться відповідні регіональні програми з упровадження цих заходів для енергозабезпечення та скорочення споживання енергоресурсів, насамперед природного газу.

Відділення фізико-технічних проблем енергетики Національної академії наук України, зокрема ІТТФ НАН України, спільно з Міністерством регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України на основі досвіду пілотної регіональної програми Донецької області (ОКП «Донецьктеплокомуненерго») підготували проект Державної цільової програми комплексної модернізації теплоенергетики України на 2012–2016 рр., мета якої — реалізація низки інноваційних заходів з енергоефективності, окреслених у регіональних програмах модернізації комунальної теплоенергетики 23 областей України та міст Києва, Харкова і Севастополя.

У проекті програми визначено 6 напрямів, 26 завдань, що загалом передбачають конкретні заходи з реалізації програми (сукупність заходів, окреслених у регіональних програмах модернізації комунальної теплоенергетики областей і міст України). Програма базується на функціонуванні систем як централізованого, так і індивідуального (децентралізованого) теплозабезпечення за умови пріоритетного розвитку централізованої теплоенергетики. Перевагою зазначеного документа є положення про використання вітчизняного устаткування.

Основні очікувані результати від реалізації цієї програми:

- суттєве збільшення обсягів використання вугілля і його відходів, відновлювальних та альтернативних місцевих палив і скидних енергоресурсів промисловості;
- економія (на 15%) підприємствами комунальної теплоенергетики природного газу;
- заміщення природного газу іншими енергоресурсами (на 15%) на підприємствах комунальної теплоенергетики;

- збільшення частки альтернативних і відновлювальних джерел енергії у системах комунального теплозабезпечення до 11% від загального обсягу споживання енергії;

- зменшення витрат теплової енергії (до 7%) під час її транспортування;

- зменшення тепловитрат у будинках наявного житлового фонду до 18%;

- реалізація ринкової цінової та економічно обґрунтованої тарифної політики у сфері теплопостачання;

- оновлення законодавчо-правової бази для ефективного функціонування комунальної теплоенергетики України (розроблення або корегування 77 документів).

У результаті виконання зазначеної програми споживання газу зменшиться (завдяки впровадженню заходів з енергоефективності та заміщення газу іншим паливом або енергоресурсом) на 3,6 млрд м³/рік, що становить 32% від базового обсягу споживання газу в 2011 р. Необхідні п'ятирічні інвестиції на виконання програми оцінюються в сумі 28,6 млрд грн. Термін окупності основних заходів — близько 3 років. Зауважимо, що навіть з урахуванням відносно довготривалих заходів щодо заміни теплових мереж і термомодернізації будівель середній термін окупності програми не перевищує 5 років.

Слід зазначити, що сьогоднішня ситуація в економіці України не дає змоги в повному обсязі фінансувати передбачені заходи програми (енергоефективні технології). Тому, на наш погляд, доцільно проаналізувати їх за деякими важливими показниками (індикаторами): економічною ефективністю, витратами на реалізацію, строками окупності, простотою технологічного рішення, підвищенням виробничої надійності й екологічної безпеки та ін.; визначити пріоритетні для реалізації заходи, розпочавши фінансування і впровадження тих із них, які мають порівняно невеликі обсяги капітальних витрат і строки окупності.

Розроблені проекти концепцій, регіональних програм і державних цільових

програм модернізації комунальної теплоенергетики України було неодноразово заслухано на засіданнях Президії НАН України, Колегії Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, на зборах Відділення фізико-технічних проблем енергетики НАН України, міжнародних науково-технічних конференціях. Зазначені проекти загалом здобули всебічне схвалення. Проте для поетапної реалізації цих програм конче необхідна підтримка держави.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Комунальна теплоенергетика України: стан, проблеми, шляхи модернізації: у 2-х т. / ред. кол. А.А. Долінський, Б.І. Басок, Є.Т. Базєєв, І.А. Піроженко. — К., 2007. — 828 с.
2. *Карп І.Н., Никитин Е.Е.* Пути решения проблем коммунальной энергетики // Житлово-комунальне господарство України. — 2011. — № 6. — С. 16–22.
3. *Хіверич Ю.* Про проблеми ЖКГ та шляхи їх вирішення // Час ЖКГ. — 2010. — № 1. — С. 6–9.
4. *Степаненко В.* Использовать шанс // Энергобезрежения. — 2010. — № 3. — С. 5–8.
5. *Басаргин В.Ф.* Перспективы развития отрасли ЖКХ // Новости теплоснабжения. — 2010. — № 12. — С. 8–11.
6. *Долінський А.А., Черняк В.П., Сигал А.И., Базєєв Е.Т.* К основным положениям концепции развития малой энергетики Украины // Промтеплотехника. — 1993. — № 4. — С. 88–91.
7. *Долінський А., Басок Б., Чайка О., Базєєв Є.* Концепція (проект) Державної науково-технічної програми «Комплексна модернізація комунальної теплоенергетики» // Вісник НАН України. — 2007. — № 7. — С. 22–27.
8. *Долінський А., Басок Б., Кучин Г. та ін.* Програма технічної модернізації комунальної теплоенергетики України // Промислова теплотехніка. — 2009. — Т. 31, № 1. — С. 5–14.
9. *Долінський А., Басок Б., Базєєв Є., Кучин Г.* Основні положення концепції Національної стратегії теплозабезпечення населених пунктів України // Промислова теплотехніка. — 2009. — Т. 31, № 4. — С. 8–77.
10. *Долінський А., Басок Б., Базєєв Є.* Державна цільова програма (проект) модернізації комунальної

теплоенергетики на 2010–2014 роки // Вісник НАН України. — 2009. — № 10. — С. 3–8.

Стаття надійшла 10.05.2012 р.

Б.Е. Патон¹, А.А. Долінський², Б.И. Басок², Е.Т. Базєєв²

¹ Інститут електросварки ім. Е.О. Патона
Національної академії наук України
ул. Боженко, 11, Київ, 03680, Україна

² Інститут технічної теплофізики
Національної академії наук України
ул. Желябова, 2а, Київ, 03057, Україна

ПРОЕКТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЫ МОДЕРНИЗАЦИИ
КОММУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

НА 2012–2016 гг. —

ИННОВАЦИОННАЯ ОСНОВА
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ
СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ УКРАИНЫ

Проблема развития научно-производственной сферы коммунальной теплоэнергетики рассмотрена как предмет фундаментальных и прикладных исследований. Сформулировано принципиальное положение о базовой роли региональных программ модернизации коммунальной теплоэнергетики как инновационной основы технологического обновления систем теплоснабжения населенных пунктов Украины. Приведены основные результаты исследований по проблеме разработки энергоэффективных технологий и оборудования для модернизации коммунальной теплоэнергетики Украины. Разработан проект Государственной целевой программы комплексной модернизации коммунальной теплоэнергетики Украины на 2012–2016 годы. Основу программы составляют инновационные мероприятия по энергоэффективности, предложенные Институтом технической теплофизики НАН Украины, а также обобщенные рекомендации региональных программ модернизации коммунальной теплоэнергетики 23 областей Украины и городов Киева, Харькова и Севастополя, базирующиеся на позитивном опыте пилотной программы, реализованной в Донецкой области. Приведены основные технико-экономические показатели программы. Публикация репрезентирует программу, разработанную во исполнение Постановления Президиума НАН Украины от 16.02.2011 г. № 37 «Результаты и проблемы модернизации коммунальной теплоэнергетики Украины».

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, теплообеспечение, энергоэффективные технологии, региональные программы.

B.E. Paton¹, A.A. Dolinskyi², B.I. Basok², Ye.T. Bazeyev²

¹ Paton Electric Welding Institute
of National Academy of Sciences of Ukraine
11 Bozhenko Str., Kyiv, 03680, Ukraine

² Institute of Engineering Thermophysics
of National Academy of Sciences of Ukraine
2a Zhelyabova Str., Kyiv, 03057, Ukraine

STATE TARGET PROGRAM (DRAFT)
OF MUNICIPAL HEAT AND POWER
ENGINEERING MODERNIZATION IN 2012–2016 –
INNOVATIVE BASIS OF TECHNOLOGICAL
UPDATE OF UKRAINIAN SETTLEMENTS
HEAT SUPPLY SYSTEMS

The problem of scientific and industrial areas of municipal heat and power engineering is considered as a subject of fundamental and applied research. A fundamental provision of the basic role of the regional programs for municipal heat and power engineering modernization as an innovative base of technological update of Ukrainian settlements heat supply systems is formu-

lated. Main research results to develop energy efficient technologies and equipment to upgrade the municipal heat-power engineering of Ukraine are cited. A draft version of State Target Program of the comprehensive modernization of municipal heat-power engineering of Ukraine for 2012–2016 years is developed. An innovative energy efficiency measures proposed by the Institute of Engineering Thermophysics, NAS of Ukraine are the basis of the program. The comprehensive recommendations obtained after performance of the same regional programs for 23 Ukrainian regions and Kyiv, Kharkiv and Sevastopol cities, based on the experience of a pilot program, implemented in Donetsk Oblast are also the base of the program. The main technical and economic parameters of the program are considered. The publication represents the program that was developed pursuant to the Presidium of NAS of Ukraine Resolution of 16.02.2011 № 37 «Results and problems of Ukrainian municipal heat and power engineering modernization».

Keywords: housing and communal services, heat supply, energy efficient technologies, regional programs.

ПРО ФУЛЕРЕНИ З ПЕРШИХ ВУСТ

Фулерени (C_{60} , C_{70} , C_{72} , C_{76} та ін.) надзвичайні у всьому, починаючи з історії їх відкриття. Спочатку їх було відкрито «на кінчику пера»: у далекому 1970 р. молодий японський хімік Е. Осава зробив вражаюче пророцтво щодо стійкості поліедричних молекулярних форм вуглецю, передусім — структури C_{60} . Про свої ідеї він повідомив у японському науковому журналі. Через три роки радянські вчені Д.А. Бочвар та О.Г. Гальперн, виходячи з квантово-хімічного аналізу, розрахували електронну структуру молекули C_{60} . Результати було опубліковано російською мовою в журналі «Доклады Академии наук СССР». Висновки цих теоретичних праць на той час здавалися неймовірними. Ніхто не міг навіть уявити собі, в який спосіб можна одержати таку молекулу. У 80-х роках минулого століття, за даними астрономічних спостережень, у спектрах деяких зірок було виявлено смуги, що свідчили про наявність суто вуглецевих кластерів різного розміру. У 1985 р. Г. Крото, Р. Керл і Р. Смоллі зробили спробу змодельювати «зіркові» умови на Землі. Вони розпочали серію експериментів з вивчення мас-спектрів графіту, що випаровувався під дією лазера за температури $10\,000^\circ\text{C}$ у струмені гелію. Так було відкрито фулерен. Цей визначний науковий здобуток у 1996 р. було удостоєно Нобелівської премії.

За чверть віку після відкриття цієї дивовижної молекули професор Ейджі Осава, який стояв біля самих витоків «фулеренової лихоманки», люб'язно погодився поділитися з читачами журналу «Вісник Національної академії наук України» своїми міркуваннями щодо перспектив подальшого розвитку науки про фулерени.

Фулерен C_{60} як нову молекулу було відкрито в 1985 р., а пізніше, у 1990 р., В. Кретчмер і Д. Хаффман запропонували методику одержання цієї речовини, що викликало величезний інтерес у науковців. Наступного року фізики виявили ефект надпровідності в лужнолегованих плівках C_{60} . Піднесення, що охопило науковий світ, швидко поширилося на вчених та інженерів різних спеціальностей. Так розпочалася величезна хвиля досліджень бакмінстерфулеренів. Відзначаючи наукову значущість фулерену C_{60} , його ще називають найкрасивішою молекулою з ідеальною симетрією. «Фулеренова лихоманка» тривала приблизно до 1996 р., коли першовідкривачів було удостоєно Нобелівської премії з хімії. Після цього інтереси вчених раптово перекинулися на вуглецеві нанотрубки (CNT) — трубчастий родич C_{60} . «CNT-лихоманка» тривала трохи довше, майже до 2010 р., але потім лідерську позицію в наукових перегонах перебрав на себе графен. Куди ж після графену попрямуємо ми в подорожі по sp^2 -мережі?

Очевидно, що дослідження вуглецевих наноматеріалів в останні 20 років перебувають на стадії «бурі й натиску». Наприклад, згідно зі статистикою Google Scholar, першу роботу з фулеренів Г. Крото та ін. у журналі Nature лише в червні 2012 р. було процитовано близько 8800 разів. Першу наукову працю щодо вуглецевих нанотрубок згадували ще більше — близько 24 900 цитувань! Вчені наполегливо, з великим ентузіазмом, ніби їх спонукає якась могутня сила, працюють над цими новими сполуками вуглецю. Чому ж так часто змінюється «мода» на напрями досліджень? Що стане наступною метою? Чи знайдуть коли-небудь ці нанорозмірні вуглецеві структури широке застосування у виробництві?

У цьому короткому огляді автор намагається дати відповідь принаймні на деякі з цих запитань. З особистих мотивів він обмежив обговорення лише бакмінстерфулереном C_{60} і проаналізував причини злетів і падінь інтересу світової наукової спільноти до вивчення його властивостей.

EIJI ŌSAWA

NanoCarbon Research Institute Limited
Ueda, Nagano, 386-8567, Japan, osawaeiji@aol.com

LOOKING BACK THE MOST BEAUTIFUL MOLECULE C_{60} AFTER QUARTER CENTURY OF DISCOVERY

On the occasion of silver anniversary of the C_{60} discovery, the present situation of C_{60} research is briefly analyzed from three distinct angles: molecule, solid and nanoparticle. With regard to molecular angle, the long pending problem of formation mechanism is almost solved by molecular dynamics approach hinted by Prigogine's nonequilibrium thermodynamics. The C_{60} research is at the moment most active in chemistry, and some of the recent results are discussed here. Though C_{60} is closer to molecule than to the smallest nanoparticle in its outlook, a big future seems hidden in its application in nanotechnology.

Keywords: buckminsterfullerene, formation mechanism, dyadic electronic system, fullerenol polisher, elixir.

INTRODUCTION

C_{60} (Fig. 1, see insert) was first found in 1985 [1] and then isolated in 1990 [2] as a new molecule and aroused tremendous interests from chemists. Next year, physicists found superconductivity in alkali-doped C_{60} films [3]. Excitement quickly spread to engulf scientists and engineers of all disciplines, and enormous surge of research on *buckminsterfullerene* began. In addition to the scientific novelty, C_{60} is also called as the most beautiful molecule [4] with perfect symmetry [5]. Everyone seemed to like it. The fever continued to about 1996, when the discoverers were awarded Nobel Prize for Chemistry. Then, all of sudden interests of scientists shifted to carbon nanotubes, the tubular kin of C_{60} . CNT fever continued somewhat longer, until about 2010, but then graphene took over the leading position of international scientific race, after Nobel Prize for Physics went to the re-discoverers of graphene. Graphene is a lengthwise opened and extended carbon nanotube. Where do we go after graphene in the journey on sp^2 -networks?

Clearly, carbon research is undergoing *Sturm und Drang* period in the past 20 years. For just an example of the intensity of impact, the *Nature* paper by Kroto and others [1] that started all these research activities has been cited

about 8,800 times by June 2012 according to *Google Scholar* statistics. Iijima's first paper on CNT [6] obtained still higher citations of about 24,900! Scientists are working hard everywhere as if they are driven by strong force, and with high enthusiasm in one or the others of these new carbons. We would like to know why the popular targets of carbon research change so quickly. What would be the next target? Will any of the recognized targets produce useful products some day?

In this short review, we will try to answer at least some of the above questions. For personal reason, we will limit our discussion to C_{60} , and analyze the reason for its rise and fall. We hope that the fall in the number of research outputs of fullerene is temporary and will recover in due time.

FORMATION MECHANISM

A persistent weak point of C_{60} as the raw industrial material is the high production cost (end price = ¥30,000/2.5 g). Actually not only C_{60} but also all the breeds of new carbon networks including single-walled carbon nanotubes and graphenes have the same problem of forbiddingly high price. In order to bring down price, we must improve the production method. These are new carbons are being produced by one or the other variations of bottom-up methods that involve generation of carbon plasma at extremely high temperatures like 5000 K.

These conditions are different from those which chemists used to work in the past two-centuries, thus posing us an entirely new and difficult task when we want to probe into their formation mechanism. In spite of hard work for a quarter of century, none of the known bottom-up nanocarbons has yielded atomistic details in the formation mechanism. If we do not know the mechanism of formation, we cannot improve the production process. Let us start looking at the formation mechanism of C_{60} .

In the beginning only the traditional, deterministic, equilibrium and multi-step approach was earnestly followed [7, 8]. This approach assumes that nature knows the shortest possible but energetically most economical pathway of building up carbon atoms step by step to C_{60} with icosahedral symmetry, where the surface pattern of soccer ball or truncated dodecahedron is reproduced with a bewildering network of 12 pentagons and 20 hexagons. In the absence of techniques to study phenomena occurring at 5000 K, we had to guess what nature knows and confirm the guess by some objective means. Many people including ourselves felt challenged and were adsorbed in the puzzle (Fig. 2), but this traditional approach turned out to be surprisingly futile: about a dozen of seemingly reasonable mechanisms have been suggested but neither experimental nor computational support could be obtained [9].

Then the second, non-traditional approach surfaced from about the turn of century. This method is essentially non-empirical simulation with the help of molecular dynamics algorithm as the basic tool. Namely a few hundreds of C_1 or C_2 species are confined in a small space of nanometer size, and heated at 2000–3000 K as long as one can afford, generally up to pico seconds, to see what happens in computer. As the number of carbon atoms must be large enough so as to reproduce real phenomena, the load of computation became quite large, hence energies were at first calculated by fast empirical potential functions like Brenner's reactive bond order types [10]. However, no C_{60} was formed. It was finally felt that energy must be evaluated by quantum chemical method. At this point, Irle – Morokuma group began using NCC-DFTB level of theory in 2003 [10]. Even with this lowest possible level, they succeeded to observe hot C_2 species self-assemble into a hot giant fullerene consisting of 100 to 200 carbon atoms, which then releases C_2 species to shrink close to C_{60} [7].

However, this remarkable breakthrough is still incomplete as they have hardly reached C_{60} itself. It seems that some unknown but crucial condition is missing to accelerate the strongly endothermic shrinking step. Addition of helium, carbon monoxide and oxygen did not work, even though He did occasionally lead to C_{60} but not so often as to reproduce the

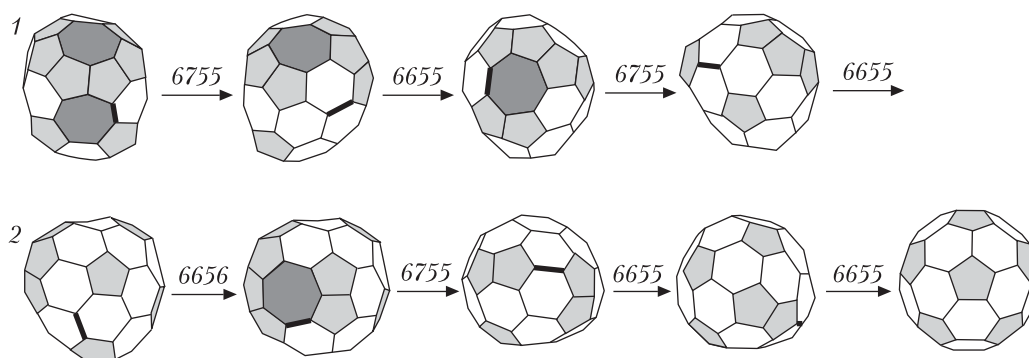


Fig. 2. An example of traditional mechanistic pathway from an arbitrary C_{60} isomer (2) to buckminsterfullerene (1) as obtained by a combined topological and semi-empirical quantum mechanical approach using only Stone – Wales rearrangement as the elementary step. Four integers above arrow indicate the four adjacent rings participating in the rearrangement, wherein the central C–C bond (bold) formally rotates by a right angle. Taken from [4]

high yields observed in experiments, ca 20% in arc discharge and 100% in combustion methods [12, 13].

Nevertheless, their Shrinking Hot Giant Fullerene Road avoids difficulties in the traditional approach, like including a number of unstable intermediates, passing through high transition states of Stone – Wales rearrangements and compensating large entropy loss in forming closed systems. We believe that the SHGFR theory is the most likely among all the other theories of C_{60} formation. When eventually completed, the mechanism will be the most remarkable examples of Prigogine's non-equilibrium and irreversible physics, where a highly ordered structure like C_{60} emerges from completely disordered starting mixture by dynamic self-assembling process at very high temperature.

The Irlé – Morokuma theory explains at least one well-observed but so far enigmatic experimental observation: initial formation of large amounts of high-mass peaks and their subsequent disappearance in MS. Their simulation results strongly support a long-held interpretation that each of the large cluster peaks represents a giant fullerene. Giant fullerenes should be practically strain-free but kinetically highly unstable at such high temperatures of 2,000 to 3,000 K, hence it is perfectly reasonable that they release C_2 to shrink into smaller and smaller fullerenes until it reaches the distinguished kinetic energy minimum of C_{60} . This picture fits to the absence of mass peaks below C_{58} fullerenes and appearance of several intermediates below C_{100} like C_{70} . If closed network growth mechanism holds, the distribution pattern around C_{60} must be the other way around. The most likely places of C_2 expulsion will be the central bond of abutting pentagons, or the places with high curvatures in very large giant fullerenes.

Failure to reproduce the shrinking process by computer simulation is likely caused by the neglect of vibronic coupling outside the Born – Oppenheimer approximation. Electronic states of giant fullerenes in very high vibrational excited states must be greatly influenced by non-adiabatic nuclear movements.

Accordingly bonds are the more readily broken as the curvature of surface increases. In other words, C_2 expulsion will become faster and faster as the fullerene shell shrinks smaller and smaller towards C_{60} , which is an outstanding kinetic energy minimum.

If we assume that the Irlé – Morokuma theory will be sooner or later completed along the direction they proposed, we can then proceed to improve the yield of C_{60} production. Some more details of the production process will be given later in this review.

MOLECULE OR NANOPARTICLE?

C_{60} is often referred as the first member of nanoparticles. However, this statement should be taken with some reservation. According to the formal definition of nanoparticle (1–100 nm in diameter), C_{60} with its nuclear-nuclear distance of 0.71 nm, or van der Waals diameter of 1.0 nm, only marginally qualifies as the smallest nanoparticle. In more general terms like amenability to purification (Table I, see insert), C_{60} is closer to molecule rather than nanoparticle. It would be more appropriate to categorize C_{60} as a borderline case between molecule and nanoparticle.

Mass production and cost reduction of material are not necessarily as important in nanotechnology as in modern chemical technology. This assessment came out in the course of comparison between the two technologies (Table I). As far as the classification of a material to either molecule or nanoparticle is concerned, the most pertinent criteria would be the ways of application (origin of function) and the units used (the lowest two lines in Table I). Nanoparticles are generally used as individual particles, hence counted by the number, whereas chemical substances are treated as a collection of molecules and counted by the weight (actually in terms of mole numbers). C_{60} may be used, if used at all, either as individual particle or as a mass of molecules depending on the purpose due to its border-line nature. In the latter case, mass production and low cost is certainly an important asset. In that case, combustion method is by far the most advantageous.

Production of C_{60} by combustion. Formation of C_{60} in the flame of hydrocarbon combustion was discovered by J. Howard of MIT [14] and K.-H. Homann of Darmstadt TH [15] immediately after the first isolation of C_{60} from carbon vapor by Krätschmer *et al.* [2]. It has long been considered that the two methods follow different mechanisms. However, Homann and his coworkers have long recognized the formation of large variety of giant carbon clusters just below fullerene formation zone in flame, and named it as aromers for aromatic oligomers and thought the smaller of them as fullerene precursors (Fig. 3, see insert) [15]. In the light of Irle – Morokuma theory, aromers could well be giant fullerenes. Then an inevitable conclusion is that the two C_{60} syntheses, arc discharge and combustion, follow the same mechanism.

Independently, Howard continued to improve the combustion synthesis of C_{60} , almost single-handedly after Homann retired. The yield of C_{60} in the solid black product from combustion increased from 1% in the earliest period, to 20% by the effort of Mitsui Chem. Co., which built a plant with this yield level, then Howard reached 100% before 2003. By this time Howard had set up a venture company and stopped publishing his results even though he continued to keep his teaching post at MIT. Unfortunately, he suffered from brain cancer and died on July 7, 2008. Thus, the most precious records on the optimum conditions of combustion synthesis of C_{60} remained in secrecy and will never be published. Nevertheless, it would be challenging for us to take the best advantage of Irle – Morokuma mechanism and to reproduce the Howard conditions posthumously. It appears important to keep the flame temperature very high near 3000 K even at the end of long flame. External heating may be necessary.

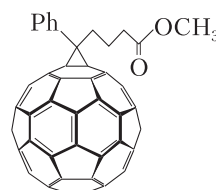
RECENT DEVELOPMENTS

On the industrial sector and investment market, activities around C_{60} have long diminished. Some of the continuing moves in the commercial sector will be briefly touched at

the end of this section. However, in the academia, C_{60} research is still going on rather strong. Here again we need a small remark on its relation to the fullerene fever. As a molecule, or chemical reagent, C_{60} is definitely one of the most favored companions among chemists. Its outstanding chemical features include strong electron-withdrawing property, high reactivity to addition reactions, and high symmetry. For this reason, C_{60} is still a very popular topic in chemistry.

Electron acceptors in dyadic systems.

One of the most favored strategies in current scenes of *green energy* is to arrange a pair of electropositive and electronegative molecules or their fragments in nano-vicinity, let light absorbed by the former to excite its frontier electrons, to migrate them to the latter by orbital interactions through bonds (OITB) or through space (OITS), and to take them out as electric current. Here skill in the organic synthesis is required in order to construct elaborate molecular architecture. Graphene is a classical electron acceptor but C_{60} , which is a spherical graphene, is preferred due to high electronegativity (the low energy vacant molecular orbitals are in the bonding energy levels), and reactivity. For these reasons, C_{60} and a simple derivative [6,6]PCBM (phenyl- C_{61} -butyric acid methyl ester) has been the best-used electron acceptors (or n-type semiconductor as physicists prefer to call) in the research of photosynthesis and photovoltaic cells [16, 17]. About the turn of century, porphyrin-fullerene dyad systems have been extensively studied, but the light-harvesting efficiency still cannot compete with natural systems [18].



Designer syntheses. Due to its high symmetry (I_h , next only to sphere), C_{60} can be derivatized to novel polyfunctional structures while still retaining many of its symmetry elements [19, 20]. These novel structures are at the moment one of the attractive playgrounds of synthetic organic chemists. It is fascinating to see that such a large and complicated structure like C_{60} are incorporated at will into intricate molecular architectures like fashion designers creating original costumes one after the other. Interested readers are referred to the original publications.

Surgery on C_{60} cage. The C_{60} cage is large enough to cut open, place foreign atoms or even a molecule into the inside of cage, then close the opened mouth by stitching together by means of chemical bonds. Komatsu and Murata succeeded in encapsulating a H_2 molecule inside C_{60} through a 13-membered ring orifice and then closing it again [21]. In reality, the opening and closing of cage involve many steps of elaborate chemical transformations and it will need a lot more work to simplify and generalize the technique. Nevertheless, this is a flexible and valuable approach to the novel endohedral C_{60} derivatives.

Endohedral metallofullerenes. An alternative physical method of encapsulation of foreign matters in C_{60} cage structure has been explored since soon after the discovery of C_{60} . Still now, synthesis of $M@C_{60}$ (M = metal atoms or ions) is achieved only with extremely low yields, and the type of M strictly limited (Fig. 4, see insert) [22]. Clearly metal encapsulation into C_{60} comprises one of the most challenging subjects in the C_{60} research. It is hoped that QM/MD simulation will be able to solve many mysteries in $M@C_{60}$ that cannot be solved by experimental approaches.

Fullerenols. One other type of fullerene derivatives of C_{60} that has attracted much attention of chemists is those exhaustively substituted with small heteroatoms like $C_{60}H_{60}$ and $C_{60}F_{60}$, wherein cage skeleton will be still a perfect sphere but inflated due to sp^3 hybridization, with longer and equal C–C bonds and smaller angle strain. However, the reaction stopped af-

ter 44 substituents have entered, due to steric crowding. Beyond this limit, the cage skeleton starts to break apart [23]. Exactly the same situation was observed when OH radicals were forced to add to C_{60} as many as possible [24]. In these $C_{60}X_{60}$ systems, C–X bonds are supposed to be considerably elongated due to severe steric crowding with the neighboring X atoms. Thus, there will be a hard and rigid spherical shell consisting of spherically aligned, non-bonded X-atoms concentrically enclosing above the spherical C_{60} . Thus, from the outside the $C_{60}X_{60}$ molecule will look like a very hard sphere filled with X atoms on the surface. Such a molecule must be very unique and new, chemically inert and show highly positive surface potential.

Originally, the synthesis of $C_{60}X_{60}$ was suggested by Kroto as ideal nanolubricants in analogy with the known lubrication property of poly(tetrafluoroethylene). No frictional constant has been reported for $C_{60}X_{44}$ ($X = H, F, OH$) so far, but we can easily guess that these are too small for solid spacers with approximate diameter of only about 1 nm to perform effective lubrication for usual surfaces. Perhaps super-lubrication may be realized for the $C_{60}X_{44}$ /PTFE systems. However, this is not the whole story.

Surprisingly enough, $C_{60}(OH)_{44}$ (and $C_{60}(OH)_{36}$ as well) proved to be an excellent and practicable polisher for copper surface of multi-layered integrated circuits [25, 26]. Fullerenol is dissolved in water and the copper device is treated in agitating fullerenol solution only for a few minutes to achieve the novel mechano-chemical polishing. Mechanism of the MCP action is still not well understood. Although vicinal surface OH groups may act like ethylene glycol to form pentagonal chelate ring, a chelating agent is already added in the polishing liquid from the beginning. We imagine that hard and rigid ball of $C_{60}(OH)_{44}$ plays some unknown but critical role to smooth out the copper surface by chopping off tiny asperities only one or two atomic layers thick. We imagine that this fullerenol/copper polishing system will be the beginning of polishing in the atomic scale.

Radical sponge for elixir. Remarkable success in polyhydroxylation of C_{60} confirms its high capacity to absorb radicals. The «radical sponge» characteristics of C_{60} have been used for photodynamic therapy of skin cancer and for scavenging harmful singlet oxygen [27]. For the same reason, when a French research group found that olive oil dissolves small but certain amount of C_{60} , they tested the effect of daily dose of 1.2 mg C_{60} /kg·day to mice upon their life [28]. Astonishingly the life-length of C_{60} -treated group proved almost doubled than that of un-treated group. On the other hand, Cataldo and Braun [29] have already reported that C_{60} could be dissolved in many kinds of unsaturated plant oils but only to much smaller saturation concentrations. Damage of cells by C_{60} is also known to occur *in vivo* [cited in 29].

PERSPECTIVES AND CONCLUDING REMARKS

The result of explosive expansion of C_{60} research on unprecedented scale produced thousands of publications, which led to a new problem: it is impossible to write a comprehensive review or book, simply because the volume of literature on C_{60} grew too large to be handled by a single person or even by a small group of authors. The same remark will also apply to carbon nanotubes. For this reason I picked up the topics in the foregoing section from among those papers which I happened to come across. Hence this and the preceding sections must be taken as very subjective and intuitive, but here I have to answer the questions I posed to myself at the outset.

I better start with an interpretation of a new social phenomenon called «research fever». This interpretation may be already obvious to many, but quite fast propagation of news by internet, e-mails and on-line publications must be largely responsible to the sudden breakout of feverish research activities. Nowadays big scientific discoveries propagate almost instantly around the earth. An inevitable consequence of such efficient information flow is that we are always chased by the news, but not the other

way around as it used to be. Life and time are moving faster and faster. It is partly true that one research topic will be soon digested and overworked in a matter of few months.

In the case of C_{60} , it has three faces due to of its special shape and functions. One is the face of a molecule for chemists, the second one the face of a solid for physicists, and the last one that of a nanoparticle for material scientists. *Molecular face* is still being explored among chemists as shown above [30]. *Solid face* is almost lost as exemplified by the disappointingly small increase in the superconductive transition temperature by only 2 K in 20 years [31]. However, *nano face* is still mostly hidden as illustrated by the less well-known case of unique polishing ability of fullereneol with atomic precision.

It is hoped that more and more examples of C_{60} 's performance as the smallest nanoparticle will appear, but the development is still slow. Once the basic rules and concepts of nano-science and technology are better understood [32–34], we are sure C_{60} will come back to the front scene. Large specific number density and surface area are the definitive advantages of C_{60} like the primary particles of detonation nanodiamond, other typical smaller nanoparticle (Table II, the lowest two lines). Perhaps a quarter of century is too short to complete the whole story of truncated eicosahedrane which began about 2200 years ago by Archimedes (Fig. 5, see insert).

REFERENCES

1. Kroto H.W., Heath J.R., O'Brien S.C. et al. C_{60} : Buckminsterfullerene // Nature. — 1985. — V. 318. — P. 162–163.
2. Krätschmer W., Lamb L.D., Fostiropoulos K., Huffman D.R. Solid C_{60} : a new form of carbon // Nature. — 1990. — V. 347. — P. 354–358.
3. Haddon R.C., Hebard A.F., Rosseinsky M.J. et al. Conducting films of C_{60} and C_{70} by alkali-metal doping // Nature. — 1991. — V. 350. — P. 320–322.
4. Aldersey-Williams H. The Most Beautiful Molecule: An Adventure in Chemistry. — London: Aurum Press, 1995. — 340 p.
5. Baggott J. Perfect Symmetry: The Accidental Discovery of Buckminsterfullerene. — Oxford: Oxford University Press, 1994. — 315 p.

6. *Iijima S.* Helical microtubules of graphitic carbon // *Nature*. — 1991. — V. 354. — P. 56–58.
7. *Irle S., Zheng G., Wang Z., Morokuma K.* The C₆₀ formation puzzle «solved»: QM/MD simulations reveal the shrinking hot giant road of the dynamic fullerene self-assembly mechanism // *J. Phys. Chem. B*. — 2006. — V. 110. — P. 14531–14545.
8. *Irle S., Pag A.J., Saha B., Wang Y. et al.* Atomistic mechanism of carbon nanostructure self-assembly as predicted by non-equilibrium QM/MD simulations // *Practical Aspects of Computational Chemistry II. An Overview of the Last Two Decades and Current Trends / Leszczynski J., Shukla M.K. (eds.)*. — Berlin: Springer – European Academy of Sciences, 2012. — P. 59.
9. *Dunk P.W., Kaiser N.K., Hendrickson C.L. et al.* Closed network growth of fullerenes // *Nature Commun.* — 2012. — V. 3:855. — doi: 10.1038/ncomms1853.
10. *Brenner D.W., Shenderova O.A., Harrison J.A. et al.* A second-generation reactive empirical bond order (REBO) potential energy expression for hydrocarbons // *J. Phys. Condens. Matter*. — 2002. — V. 14. — P. 783–802.
11. *Irle S., Zheng G., Elstner M., Morokuma K.* From C₂ molecules to self-assembled fullerenes in quantum chemical molecular dynamics // *Nano Lett.* — 2003. — V. 3. — P. 1657–1664.
12. *Howard J.B.* Private communication.
13. *Howard J.B., Kronholm D.F.* Fullerenes production technology for large-scale commercial applications // *NanoTechnology Forum*, Nov. 5, 2003, Taipei.
14. *Howard J.B., McKinnon J.T., Makarovskiy Y. et al.* Fullerenes C₆₀ and C₇₀ in flames // *Nature*. — 1991. — V. 352. — P. 139–141.
15. *Homann K.-H.* Fullerenes and soot formation – new pathways to large particles in flames // *Angew. Chem. Int. Ed.* — 1998. — V. 37. — P. 2434–2451.
16. *Hasobe T., Imahori H., Kamat P.V. et al.* Photovoltaic cells using composite nanoclusters of porphyrins and fullerenes with gold nanoparticles // *J. Am. Chem. Soc.* — 2005. — V. 127, N 4. — P. 1216–1228.
17. *Imahori H., Umeyama T., Ito S.* Large π -aromatic molecules as potential sensitizers for highly efficient dye-sensitized solar cells // *Acc. Chem. Res.* — 2009. — V. 42, N 11. — P. 1809–1818.
18. *Milanesio M.E., Alvarez M.G., Rivarola V. et al.* Porphyrin-fullerene C₆₀ dyads with high ability to form photoinduced charge-separated state as novel sensitizers for photodynamic therapy // *Photochem. Photobiol.* — 2005. — V. 81. — P. 891–897.
19. *Matsuo Y., Nakamura E.* Selective multiaddition of organocopper reagents to fullerenes // *Chem. Revs.* — 2008. — V. 108. — P. 3016–3028.
20. *Matsuo Y., Muramatsu A., Kamikawa Y. et al.* Synthesis and Structural, Electrochemical, and Stacking Properties of Conical Molecules Possessing Buckyferrocene on the Apex // *J. Am. Chem. Soc.* — 2006. — V. 128, N 30. — P. 9586–9587.
21. *Komatsu K., Murata M., Murata Y.* Encapsulation of molecular hydrogen in fullerene C₆₀ by organic synthesis // *Science*. — 2005. — V. 307. — P. 238–240.
22. *Aoyagi S., Nishibori E., Sawa H. et al.* A layered ionic crystal of polar Li@C₆₀ superatoms // *Nature Chem.* — 2010. — V. 2, N 8. — P. 678–683.
23. *Touhara H., Okino F.* Fluorinated fullerenes // *Advanced Inorganic Fluorides: Synthesis, Characterization and Applications / Nakajima T., Žemva B., Tressaud A. (eds.)*. — Amsterdam: Elsevier, 2000. — P. 555–590.
24. *Kokubo K., Matsubayashi K., Tategaki H. et al.* Facile synthesis of highly water-soluble fullerenes more than half-covered by hydroxyl groups // *ACS Nano*. — 2008. — V. 2. — P. 327–333.
25. *Takaya Y., Tachika H., Hayashi T. et al.* Performance of water-soluble fullerene as novel functional molecular abrasive grain for polishing nanosurfaces // *CIRP Annals. Manuf. Technol.* — 2009. — V. 58. — P. 495–498.
26. *Takaya Y., Kishida H., Hayashi T. et al.* Chemical mechanical polishing of patterned copper wafer surface using water-soluble fullerene slurry // *CIRP Annals. Manuf. Technol.* — 2011. — V. 60. — P. 567–570.
27. *Tabata Y., Ikada Y.* Biological functions of fullerene // *Pure Appl. Chem.* — 1999. — V. 71. — P. 2047–2053.
28. *Baati T., Bourasset F., Gharbi N. et al.* The prolongation of the lifespan of rats by repeated oral administration of [60]fullerene // *Biomater.* — 2012. — V. 33. — P. 4936–4946.
29. *Cataldo F., Braun T.* The Solubility of C₆₀ Fullerene in Long Chain Fatty Acids Esters // *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*. — 2007. — V. 15, N 5. — P. 331–339.
30. *Ōsawa E.* Formation Mechanism of C₆₀ under Non-equilibrium and Irreversible Conditions – An Annotation // *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*. — 2012. — V. 20, N 4–7. — P. 299–309.
31. *Matsushita E.* Attempt at extending BCS-like theory to explain fullerene superconductors // *Prog. Theor. Phys.* — 2011. — V. 125, N 5. — P. 1021–1034.
32. *Ōsawa E., Ho D.* Nanodiamond and its application to drug delivery // *J. Med. Allied Sci.*, in press.
33. *Ōsawa E.* Nanodiamond – an Emerging Nanocarbon Material // *Handbook of Advanced Ceramics / S. Soumiya (ed.)*. — 2nd Edition. — Elsevier, 2012, in press.
34. *Barnard A., Sasaki S., Ōsawa E.* Statistical modelling of ensembles of nanoparticles: approaches to diversity and polydispersity // *Cryst. Growth & Design*, submitted for publication.

Received 02.07.2012

*Ейджі Осава*NanoCarbon Research Institute Limited
Ueda, Nagano, 386-8567, Japan, osawaeiji@aol.comПОГЛЯД НА НАЙКРАСИВІШУ МОЛЕКУЛУ C_{60}
ЧЕРЕЗ ЧВЕРТЬ СТОЛІТТЯ ПІСЛЯ ВІДКРИТТЯ

З нагоди срібної річниці з часу відкриття фулеренів коротко проаналізовано нинішню ситуацію з їх дослідженням. C_{60} розглянуто в трьох різних аспектах — молекула, тверде тіло та наночастинка. Стосовно молекулярного аспекту варто зазначити, що давню проблему механізму утворення фулеренів майже розв'язано за допомогою молекулярно-динамічного підходу, підказаного нерівноважною термодинамікою І. Пригожина. Нині найактивніше досліджують хімію C_{60} . У статті розглянуто деякі з нещодавніх результатів у цій галузі. Хоча за своїми характеристиками C_{60} ближчий до молекул, ніж до найдрібніших наночастинок, його застосування в нанотехнологіях, схоже, таїть у собі великі перспективи.

Ключові слова: бакмінстерфулерен, механізм утворення, діадна електронна система, полірувальний фулеренол, еліксир життя.

*Эйджи Осава*NanoCarbon Research Institute Limited
Ueda, Nagano, 386-8567, Japan, osawaeiji@aol.comВЗГЛЯД НА САМУЮ КРАСИВУЮ МОЛЕКУЛУ C_{60}
ЧЕРЕЗ ЧЕТВЕРТЬ ВЕКА ПОСЛЕ ОТКРЫТИЯ

По случаю серебряной годовщины со времени открытия фуллеренов кратко проанализирована нынешняя ситуация с их исследованием. C_{60} рассматривается в трех различных аспектах — молекула, твердое тело и наночастица. Касательно молекулярного аспекта нельзя не отметить, что давно занимавшая умы ученых проблема механизма образования фуллеренов почти решена с помощью молекулярно-динамического подхода, подсказанного неравновесной термодинамикой И. Пригожина. Сегодня наиболее активно изучаются химические свойства C_{60} . В статье обсуждаются некоторые последние результаты в этой области. Хотя по своим характеристикам C_{60} ближе к молекулам, чем к мельчайшим наночастицам, его применение в нанотехнологиях, похоже, таит в себе большие перспективы.

Ключевые слова: бакминстерфуллерен, механизм образования, диадная электронная система, полирувочный фуллеренол, эликсир жизни.



ЕЙДЖІ ОСАВА

МОЯ КОРОТКА НАУКОВА БІОГРАФІЯ

Я народився в місті Тояма в Японії в 1935 році. 1960 року на факультеті промислової хімії в Університеті Кіото здобув ступінь магістра за спеціальністю «промислова хімія». Кілька років працював інженером на виробництві.

Щасливий для мене збіг обставин стався в 1961 році — Радянський Союз запустив перший космічний корабель «Восток», пілотований Юрієм Гагаріним. Він здійснив виток навколо Землі і благополучно приземлився. Ця подія спровокувала посилення холодної війни між СРСР і США, причому останні явно програвали в ній. Незабаром США і Японія подвоїли кількість студентів природничих спеціальностей у великих університетах. У результаті виникла гостра нестача викладачів природничих наук. У такий спосіб я дістав можливість повернутися в академічний світ. Проте невдовзі я зрозумів, що експериментальні дослідження — це не моя стежа.

Хоча пошук свого місця в науці був для мене досить складним, інший щасливий випадок допоміг мені: у 1985 році Г. Крото, Р. Смоллі і Р. Керл відкрили фулерен C_{60} . З цього моменту я усвідомив себе як ученого і творчу особистість, оскільки ще в 1970 році я передбачив можливість існування молекули C_{60} та її високу стабільність.

Удача ще раз усміхнулася мені в 2002 році — врешті-решт було виділено первинні частинки наноалмазів, отримані детонаційним способом. Цей об'єкт виявився «найтвердішим горішком», з яким я будь-коли мав справу в своєму житті. З цієї причини я все ще продовжую працювати над цією темою.

Науковий шлях

1960–1964 — науковий співробітник Teijin Co. Ltd., Осака

1964–1967 — асистент кафедри синтетичної хімії, Університет Кіото, Кіото

1966–1967 — докторантура Університету Віконсина (професор R. West)

1967–1969 — докторантура Принстонського університету (професор P.v.R. Schleyer)

1970–1990 — доцент кафедри хімії Університету Хоккайдо, Саппоро

1990–2001 — професор кафедри Knowledge-Based Information, Технологічний університет Тойохасі

2001 — донині — президент NanoCarbon Research Institute Limited, Уеда, Нагано

Наукові інтереси

Останнім часом: дисперсні наноалмази (діаметром $3,7 \pm 0,6$ нм) та їх застосування.

Раніше: наука і технології нановуглецевих сполук, у тому числі C_{60} та інших фулеренів, наноцибулинки (nano-onions), Маккей-кристали (McKay crystals) та детонаційні наноалмази.

У минулому: хімія вуглеводнів, обчислювальна хімія.

Публікації

336 наукових статей у журналах з імпаکت-фактором, 71 книг/розділів у книгах; 108 публікацій за матеріалами міжнародних конференцій, 24 патенти і патентні заявки, 208 статей у науково-популярних журналах (станом на липень 2010). h-індекс — 35.

І.С. ЧЕКМАН

Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця
бульв. Т. Шевченка, 13, Київ, 01601, Україна

РІЧАРД СМОЛЛІ

І ЗНАМЕНИТІ «ДЕСЯТЬ ВЕРЕСНЕВИХ ДНІВ»

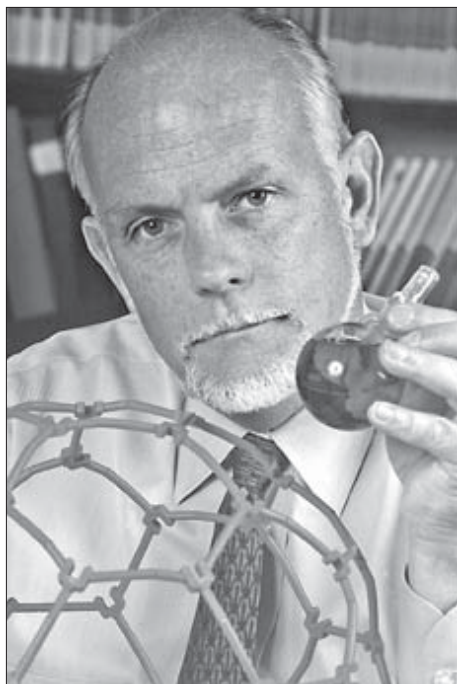
У вересні цього року виповнюється 27 років, як було відкрито фулерен — нову сфероподібну форму вуглецю. Ця подія буквально приголомшила вчених, які на той час вважали, що про елементарний вуглець їм відомо практично все. Історія відкриття цієї речовини досить незвичайна. Ще в 1971 р. можливість існування молекули фулерену була передбачена японським ученим Е. Осавою (E. Osawa), за два роки радянські хіміки-теоретики Д.А. Бочвар і О.Г. Гальперн квантово-хімічними розрахунками підтвердили стабільність молекули C_{60} , і лише у 1985 р. Р. Смоллі, Р. Керл та Г. Крото експериментально отримали кластери із 60 атомів вуглецю в стійкій формі, яку вони пояснили структурою молекули у вигляді футбольного м'яча. Натхненнику цього відкриття, видатному вченому, нобелівському лауреату, активному популяризатору нанотехнологій Річарду Смоллі присвячено цей матеріал.

За експериментальне відкриття фулеренів у 1985 р., встановлення їхньої хімічної структури та вивчення фізико-хімічних властивостей американським науковцям Роберту Керлу (Robert Floyd Curl, Jr.) і Річарду Смоллі (Richard Errett Smalley) та англійському вченому-хіміку Гарольду Крото (Harold Walter Kroto) у 1996 р. було присуджено Нобелівську премію з хімії. Спільними зусиллями цим дослідникам вдалося отримати експериментальні докази того, що в умовах гарячої вуглецевої плазми з найдрібніших вуглецевих фрагментів утворюються молекули C_{60} . Це відкриття — яскравий приклад для наслідування: вчені з різних країн створюють тимчасову наукову групу, залучають до проведення дослідів студентів і отримують результати світового масштабу.

Головним автором ідеї про наявність особливої структури вуглецю та ініціатором проведення дослідів був відомий учений США, професор хімії і фізики Університету Райса

(Rice University) Річард Смоллі. У нобелівській лекції він підсумував свої дослідження з виявлення фулеренів: «Як би там не було, а цього тижня віддаю данину поваги конкретному відкриттю, яке здійснилося у вересні 1985 року. <...> Основним його моментом є винайдення способу конденсації, властивій вуглецю під час утворення кластерів. <...> Для розвитку цієї концепції потрібні були нові факти та розроблення нової техніки спостережень, яка уможливила детальне дослідження властивостей вуглецевих кластерів та їх збільшення від 40 до 100 атомів» [1].

Відкриття фулерену стало можливим завдяки тому, що Г. Крото, Р. Смоллі та Р. Керл були талановитими вченими, досвідченими хіміками-експериментаторами, які не лише займалися синтезом органічних молекул, а й конструювали оригінальні прилади для вивчення та одержання нових хімічних структур. Головну роль у цьому досягненні відіграв Р. Смоллі, розробивши надзвукове джерело кластерних пучків із лазерним випаровуванням — прилад AP2, за допомогою якого дослідним шляхом було встановлено



Річард Смоллі

наявність фулеренів у шарі графіту. Отже, саме Річард Смоллі зробив визначальний внесок у створення експериментально-технічного підґрунтя для проведення таких досліджень [2]. Мав рацію Луї Пастер, коли писав: «Доля обдаровує тільки підготовлений розум».

Річард Смоллі народився 6 червня 1943 р. в Америці, у м. Акрон, штат Огайо, в інтелегентній заможній родині. Його дитинство було оповите атмосферою любові й турботи, оскільки він був четвертою і наймолодшою дитиною в сім'ї. Коли Річарду виповнилося три роки, родина переїхала в Канзас-Сіті, штат Міссурі, де він жив до 18 років, аж до вступу в коледж.

Батьки розвивали в Р. Смоллі інтерес до науки ще з дитячих років. Мати Річарда, Естер Вірджинія Роудс (Esther Virginia Rhoads), була третьою з шести дітей Шарлотти Крафт (Charlotte Kraft) і Еретта Стенлі Роудса (Errett Stanley Rhoads), заможного виробника меблів у Канзас-Сіті. Вона здобула гарну освіту, грала на багатьох

музичних інструментах, малювала, добре зналася на всесвітній історії та історії США. Від матері Річард уперше дізнався про Архімеда, Леонардо да Вінчі, Галілея, Ньютона, Дарвіна. Вона виховувала в нього любов до природи, музики, живопису, архітектури. Сина назвала Річардом на честь англійського короля Річарда I Левове Серце.

Батько — Френк Дадлі Смоллі (Frank Dudley Smalley, Jr.) — був талановитою, діяльною людиною, з аналітичним складом мислення. Йому довелося працювати за самим різним фахом, від тесляра до журналіста і видавця. Завдяки батькові син захопився технікою, навчився розбирати й складати різноманітні прилади, майструвати їх за власними проектами. Ці навички стали прекрасним підґрунтям для подальшої діяльності Річарда як експериментатора.

Поглибленому вивченню хімії допомагала Річарду молодша сестра матері, доктор Сара Джейн Роудс (Dr. Sara Jane Rhoads), яка була однією з перших жінок у США, що здобули звання професора (full professor) з хімії. У 1982 р. вона отримала медаль Американського хімічного товариства за внесок у фізико-органічну хімію. У своїй біографії Р. Смоллі згадує: «Її приклад був одним із головних чинників, що привів мене до хімії, а не фізики чи техніки. Саме на її пропозицію я вирішив вступити до Хоуп-коледжу. В цьому навчальному закладі була на той час (і залишається понині) одна з найкращих університетських програм із хімії в США». Отже, після закінчення школи Річард вступив до Хоуп-коледжу (Hope College) в Холланді, штат Мічиган. Згодом для продовження освіти він перевівся до Мічиганського університету (University of Michigan), де в 1965 р. здобув ступінь бакалавра з хімії.

Після закінчення університету Р. Смоллі працював хіміком у відділі контролю якості продукції на заводі компанії Shell Chemical Company у Нью-Джерсі, що виробляв поліпропілен. Робота йому подобалась, він багато чого навчився і набутий інженерний та організаційний досвід допоміг йому в подальших наукових дослідженнях.

Без сумніву, важливу роль у житті Річарда відіграла його дружина Джудіт Грейс Сампієрі (Judith Grace Sampieri), яка тоді працювала секретарем у компанії Shell. Р. Смоллі одружився з Джудіт 4 травня 1968 р., а 9 червня 1969 р. у них народився син.

Зацікавившись квантовою хімією, Річард у 1969 р. переходить до Принстонського університету — всесвітньо відомого наукового центру та одного з найстаріших (заснований у 1746 р.) і найпрестижніших університетів США. У магістратурі та аспірантурі Р. Смоллі вивчав властивості чистих металів та їх композитів за температури рідкого гелію. Для проведення таких досліджень потрібно було використовувати складні установки, які Річард конструював за власними проектами.

У 1976 р. Р. Смоллі обійняв посаду асистента професора хімії, фізики та астрономії хімічного факультету Університету Райса в Х'юстоні, штат Техас. У цьому університеті він працював разом з одним із найвидатніших фахівців у галузі лазерної спектроскопії Робертом Керлом. Завдяки удосконаленій пристосованій установці з мас-спектрометром учені отримали можливість за допомогою лазерного випромінювання випаровувати майже будь-яку речовину, перетворюючи її на газ, а потім охолоджувати до низьких температур. Це дало змогу вивчати особливості взаємодії атомів речовин між собою, утворення кластерів-агрегатів, що складаються з кількох атомів.

З результатами проведених досліджень ознайомився англійський хімік Гарольд Крото (Harold Walter Kroto) з університету Сассекса (University of Sussex), який вивчав можливість утворення сполук вуглецю у міжзоряному просторі. Установка Р. Смоллі давала йому змогу змодельовати цей процес в умовах лабораторії. Тому Гарольд Крото звернувся до Роберта Керла і Річарда Смоллі з пропозицією провести спільні дослідження і дістав їхню згоду. Реалізації цих задумів сприяло також те, що у Х'юстоні знаходиться штаб-квартира Національного аерокосмічного агентства США (NASA) і

будь-які дослідження, пов'язанні з космосом, сприймалися там як актуальні й необхідні.

1 вересня 1985 р. у лабораторії Університету Райса три вчених — Р. Смоллі, Г. Крото і Р. Керл спільно зі студентами університету Ю. Лю (Yuan Liu), Ш. О'Брієном (Sean O'Brien) і Дж. Хітом (James Heath) (нині вони стали відомими вченими) розпочали експерименти з пошуку та вивчення невідомих структур вуглецю. Дослідницька група працювала цілодобово з 1 по 10 вересня. У деяких джерелах цей період називають «надзвичайною декадою», або «десять вересневих днів» [3].

Дослідники випарювали графіт за допомогою сконструйованих Р. Смоллі приладів і реєстрували мас-спектри. Вони виявили в спектрах піки, що відповідали стійким кластерам із 60 атомів вуглецю, знаменитому на сьогодні C_{60} . Під час проведених досліджень вони також установили властивість атомів вуглецю до самоорганізації в особливу структуру, яка за енергетичними характеристиками є найбільш вигідною. Такою структурою виявився зрізаний ікосаедр із 60 атомів вуглецю, який за подібністю форми іноді називають «футбольним м'ячем».

13 вересня 1985 р. результати досліджень було надіслано до журналу «Nature», а 14 листопада того ж року стаття побачила світ (Kroto H.W. et al. C_{60} : Buckminsterfullerene. *Nature* (1985) 318, 162, doi:10.1038/318162a0).

Продовжуючи дослідження, група вчених установила, що у внутрішню порожнину сферіодальної молекули C_{60} можна ввести інші речовини, зокрема лантан. Такий композит утворювався в разі одночасного випаровування вуглецю і лантану. Дані цих експериментів було покладено в основу другої наукової публікації. У третій статті було викладено результати досліджень із вивчення ролі кластерів вуглецю в утворенні сажі.

На пропозицію авторів відкриття ці дивовижні поліедричні структури з різною кількістю атомів вуглецю дістали назву фулеренів, а родоначальник цього сімейства, C_{60} — бакмінстерфулерену на честь американця



Біосфера Фуллера. Павільйон США на ЕКСПО-67, нині музей «Біосфера» у Монреалі, Канада

Річарда Бакмінстера Фуллера (1895–1983) — архітектора, математика, картографа, філософа і поета [3]. Для такого рішення у вчених були вагомі підстави.

Р.Б. Фуллеру належить надзвичайно цікаве і важливе відкриття: природа за мільйони років еволюції розробила економний принцип векторної системи побудови біологічних структур, оптимальне, ефективне, найдоцільніше співвідношення у конструюванні їхніх атомів, молекул, клітин, органів і мікро- та макроорганізмів, що забезпечує міцність, силу, стійкість, можливість взаємодії з іншими об'єктами, а також постійне функціонування величезної кількості не лише органічних, а й неорганічних структур.

Р.Б. Фуллер ввів у будівельні технології векторну геометрію, яку назвав енергетично-синергетичною геометрією (*energetic-synergetic geometry*). За цією технологією в 1958 р. в Лос-Анджелесі було зведено споруду для «Union Tank Car Company» з куполом рекордних розмірів — 117 м у діаме-

трі й 35 м заввишки; у 1959 р., в околицях Клівленда, штат Огайо — штаб-квартиру Міжнародного товариства інформації з матеріалів (ASM International — the Materials Information Society). Однак вершиною архітектурного генію Р.Б. Фуллера стали дві споруди: «Біосфера Фуллера» — павільйон США на всесвітній виставці ЕКСПО-67, побудований у Монреалі за його проектом, та павільйон «Космос – Земля» у Діснейленді. Отже, Гарольд Крото, який захоплювався графічним дизайном, запропонував назву «фулерени», згадуючи саме «Біосферу Фуллера».

Уже в 80-ті роки Річард Смоллі зі співавторами показали можливість організації структур вуглецю з числом атомів 60, а пізніше було встановлено наявність фулеренів у живих структурах. У природі є молекули, подібні до фулеренів: деякі віруси (герпесу, поліомієліту, імунодефіциту та ін.), бактеріофаги, морські одноклітинні мікроорганізми — радіолярії. Отже, фулерени є цілком природною структурою.

Вивченню властивостей фулеренів присвячено багато досліджень, чому від самого початку сприяла плідна співпраця Річарда Смоллі з іншими видатними вченими. В Мічиганському університеті Р. Смоллі працював разом з професорами органічної хімії Дж. Клейнхекселом (J. Harvey Kleinheksel) та Г. Зілом (Gerrit Van Zyl), а також з математиком Дж. Брауном (John Seely Brown) (нині він – директор компанії Xerox PARC). Результативними виявилися також спільні дослідження Річарда Смоллі зі співробітником Принстонського університету Е. Бернстейном (Elliot R. Bernstein), який вивчав оптичні та мікрохвильові властивості чистих і змішаних молекулярних монокристалів, що охолоджуються в рідкому гелії. Влітку 1973 р., працюючи над докторською дисертацією в Чиказькому університеті, Р. Смоллі разом із Дональдом Леві (Donald H. Levy) та Аланом Каррінгтоном (Alan Carrington) досліджував властивості газової фази магнітного резонансу різних молекул, у тому числі NO_2 .

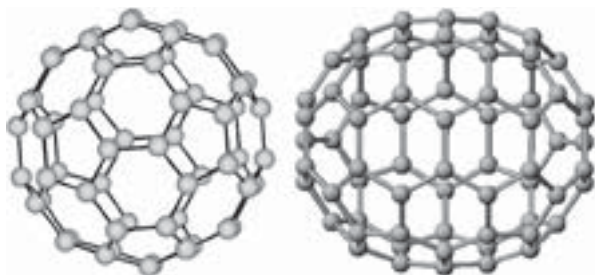
Велике значення для ефективного дослідження фулеренів мав природний талант Р. Смоллі конструювати нові прилади для вивчення властивостей хімічних структур. В автобіографії з нагоди присудження Нобелівської премії Річард Смоллі так описує створення своєї нової установки: «З апаратом AP2 ми швидко просунулися вперед у досягненні світового рекорду з обертальною охолодження багатоатомних молекул (0,17 К). Ми винайшли резонансну двофотонну іонізацію (R2PI) з тривалістю прольоту мас-спектрометричного виявлення як засіб зондування спектра молекул у надзвуковому пучку. Ми використали це, щоб дослідити структуру та молекулярну динаміку великих ароматичних молекул, зокрема, акцентуючи увагу на внутрішньомолекулярному коливальному перерозподілі. Ми також розробили спосіб отримання фрагментів багатоатомних молекул, спрямовуючи імпульсний лазер на спеціальне імпульсне надзвукове сопло, а також вивчали охолодження в надзвуковому пучку. Після кіль-

кох років інтенсивних досліджень ми знайшли спосіб використання імпульсного лазера, спрямовуючи його в сопло для випаровування матеріалу, що дало змогу вперше отримати атоми будь-якого елемента періодичної таблиці для внесення в холодний надзвуковий пучок. Найголовніше, ми розробили спосіб керування кластеризацією цих атомів у невеликих агрегатах, які потім охолоджують у надзвуковому розширенні. Тепер можна було вільно «гуляти» по періодичній таблиці і проводити детальне дослідження властивостей нанорозмірних частинок, що складаються з точного числа атомів» [4].

Після отримання Нобелівської премії у 1996 р. Р. Смоллі спрямував свої зусилля в різних наукових напрямках. Він продовжував дослідження з метою поглибленого вивчення властивостей наноматеріалів, зокрема вуглецевих нанотрубок, сприяв організації Центру нанонауки і нанотехнологій Університету Райса (Rice Center for Nanoscience and Technology – CNST), що значно підвищило міжнародний авторитет цього закладу.

Для впровадження вуглецевих надструктур (фулеренів, вуглецевих нанотрубок) у практичну діяльність людства Р. Смоллі заснував компанію «Carbon Nanotechnology».

Річард Смоллі був активним прибічником популяризації нанотехнологій. У його біографії є цікавий епізод, що стосується його взаємин з Еріком Дрекслером (K. Eric Drexler) – активістом нанотехнологій, поборником ідеї молекулярних самовідтворюваних нанороботів і керованого механосинтезу. У 1986 р. побачила світ книга співробітника Массачусетського технологічного інституту інженера Е. Дрекслера «Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology» (Машина творення: настання ери нанотехнологій), яка викликала неабиякий інтерес у вчених та інженерів. Проте на той час нанотехнології ще не знайшли свого застосування у промисловості. Річард Смоллі різко полемізував з Еріком Дрекслером. Він вказував на фундаментальні проблеми, які перешкоджають



Структура молекул фулеренів:
C₆₀ (зліва) і C₇₀ (справа)

створенню саморозмножувальних нанороботів, і побоювався, що змальовані Дрекслером апокаліптичні картини можуть значною мірою послабити підтримку нанотехнологій у суспільстві.

У 1992 р. сенатор штату Теннессі Альберт Гор ініціював у сенаті США слухання на тему «Нові технології для стійкого розвитку». З доповідями виступили найвідоміші американські фахівці, зокрема Е. Дрекслер і Р. Смоллі. Розгляд цієї проблеми викликав гарячі дискусії, у яких не останню роль відіграла блискуча промова Річарда Смоллі. Врешті-решт на слуханнях було оголошено про створення організації – координатора досліджень з нанонауки в рамках спеціальної програми «Національна нанотехнологічна ініціатива» (NNI), яку згодом ухвалив конгрес США, виділивши на її здійснення 500 млн доларів. Щороку бюджет NNI зростає: у 2005 р. він становив 970 млн, а в 2008 р. – уже 1,447 млрд доларів. Нині NNI об'єднує головні напрями досліджень з нанотехнологій у США. Разом з тим було затверджено й інші програми з розвитку нанотехнологій.

Кінець 80-х – початок 90-х років ХХ ст. ознаменувався в усьому світі інтенсивним розвитком нанонауки: нанотехнологій, наномедицини, нанофармакології, нанофармації та інших напрямів [5–7]. Активне вивчення властивостей нановуглецевих сполук сприяє впровадженню в різні галузі народного господарства наноматеріалів, наноприладів, нанотехнологій тощо.

Крім бакмінстерфулерену C₆₀ Річард Смоллі з колегами детально описали структуру молекули фулерену C₇₀. Вона має дві півсфери C₃₀, розділені кільцем із десяти додаткових вуглецевих атомів. Через довгасту форму молекули C₇₀, яка нагадує еліпсоїд, ця структура дістала назву «регбі-бол» [5, 8].

Річард Смоллі помер 28 жовтня 2005 р. після тяжкої тривалої хвороби.

Отже, знамениті «десять вересневих днів» 1985 року, впродовж яких групою дослідників на чолі з Гарольдом Крото, Робертом Керлом і Річардом Смоллі вперше було отримано фулерени, стали потужним поштовхом до інтенсивного дослідження властивостей цих нановуглецевих сполук. Сьогодні, за даними Інтернету, відомо про 8310 статей щодо C₆₀, що свідчить про значний інтерес наукової спільноти до дослідження фулеренів. Подальше їх вивчення сприятиме глибшому пізнанню надзвичайних властивостей цих сполук та ширшому застосуванню їх у практичній діяльності людини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Автобіографія Р. Смоллі // http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1996smalley-autobio.html.
2. *Эрлих Г.* Золото, пуля, спасительный яд. – М.: КоЛибри, 2012. – 400 с.
3. *Чекман І.С.* Фулерени: історичні етапи відкриття // Вісник фармакології та фармацевції. – 2008. – №11 – 12. – С. 39–45.
4. *Смоли Р.Е.* Открывая фуллерены // Успехи физических наук. – 1996. – Т. 168, №3. – С. 323–330.
5. *Кац Е.А.* Фуллерены, углеродные нанотрубки и нанокластеры: Родословная форм и идей. – М.: ЛКИ, 2008. – 296 с.
6. *Патон Б.Є., Москаленко В.Ф., Чекман І.С., Мовчан Б.О.* Нанонаука і нанотехнології: технічний, медичний та соціальний аспекти // Вісн. НАН України. – 2009. – № 6. – С. 18–26.
7. *Chen Z., King R.B.* Spherical aromatic: recent work on fullerenes, polyhedral borates, and relates structures // Chem. Rev. – 2005. – V. 105, N 10. – P. 3613–3642.
8. *Трефилов В.И.* Фуллерены – основа материалов будущего. – К.: АДЕФ – Украина, 2001. – 148 с.

И.С. Чекман

Национальный медицинский университет
им. А.А. Богомольца
бульв. Т. Шевченко, 13, Киев, 01601, Украина

РИЧАРД СМОЛЛИ И ЗНАМЕНИТЫЕ
«ДЕСЯТЬ СЕНТЯБРЬСКИХ ДНЕЙ»

В сентябре этого года исполняется 27 лет с момента открытия фуллерена — новой сферообразной формы углерода. Это событие буквально потрясло ученых, которые в то время считали, что об элементарном углероде им известно практически все. История открытия этого вещества довольно необычна. Еще в 1971 г. возможность существования молекулы фуллерена была предсказана японским ученым Е. Осавой (E. Osawa), через два года советские химики-теоретики Д.А. Бочвар и Е.Г. Гальперн с помощью квантово-химических расчетов подтвердили стабильность молекулы C_{60} , и только в 1985 г. Р. Смолли, Р. Керл и Г. Крото экспериментально получили кластеры из 60 атомов углерода в устойчивой форме, которую они объяснили структурой молекулы в виде футбольного мяча. Вдохновителем этого открытия, выдающемуся ученому, нобелевскому лауреату, активному популяризатору нанотехнологий Ричарду Смолли посвящен этот материал.

Ключевые слова: фуллерены, углерод, Ричард Смолли.

I.S. Chekman

Bogomolets National Medical University
13 Taras Shevchenko ave., Kyiv, 01601, Ukraine

RICHARD SMALLEY AND THE FAMOUS
'TEN SEPTEMBER DAYS'

27 years since the discovery of fullerene, the new form of carbon, is observed in September of this year. This event has literally shocked scientists, who believed at that time that they know almost everything about the elementary carbon. History of this discovery is rather unusual. Long ago, in 1971 the possibility of the existence of a fullerene molecule was predicted by a young Japanese scientist E. Osawa. Then two Soviet chemists and theorists D.A. Bochvar and E.G. Halpern confirm the stability of the C_{60} molecule using quantum chemical calculations, and in 1985 at last R. Smalley, R. Curl and H. Kroto experimentally obtained clusters of 60 carbon atoms in a sustainable form. They explained the structure of this molecule as the structure of a soccer ball. This material is devoted to the inspirer of this discovery, an outstanding scientist, Nobel laureate, active popularizer of nanotechnology — Richard Smalley.

Keywords: fullerenes, carbon, Richard Smalley.

УДК 538.945

О.А. КОРДЮК

Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова Національної академії наук України
просп. Вернадського, 36, Київ, 03680, Україна

ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНІ НАДПРОВІДНИКИ НА ОСНОВІ ЗАЛІЗА: ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Наукове повідомлення на засіданні Президії НАН України 11 липня 2012 року

Відкриття нового класу надпровідників на основі заліза викликало величезний інтерес усієї наукової громадськості, а численні дослідження цих сполук швидко сформувавши один із найпріоритетніших світових напрямів у фізиці твердого тіла. Нові надпровідники надзвичайно перспективні для застосування як у надпровідних магнітах, так і в спінтроніці. Завдяки різноманіттю цих матеріалів, складній електронній структурі та їх властивостям вони стали вкрай цікавими об'єктами для фундаментальних досліджень. Ця доповідь є спробою пояснити, чому ця тема є такою важливою, і розповісти про дослідження надпровідників на основі заліза в Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України.

Ключові слова: надпровідність, надпровідники на основі заліза, електронна структура, фотоелектронна спектроскопія.

Нещодавнє відкриття нового класу надпровідників на основі заліза [1] (рис. 1) викликало величезний інтерес усієї наукової громадськості, а численні дослідження цих сполук швидко сформувавши один із найпріоритетніших світових напрямів у фізиці твердого тіла [2]. Це можна пояснити тим, що відкриття нових високотемпературних надпровідників зруйнувало «монополію» купратів і дало реальні надії на подальший прогрес у синтезі перспективних матеріалів із покращеними надпровідними властивостями і можливістю більш глибокого розуміння механізмів високотемпературної надпровідності.

Історія надпровідності розпочалася з Хейке Камерлінг-Оннеса, який 100 років тому зробив важливе відкриття. Він виявив, що електричний опір ртуті повністю зникає за температури нижче 4,2 К. Знадобилося 46 років, щоб зрозуміти природу цього явища. Так звана теорія БКШ (на честь Джона Бардіна, Леона Н.

Купера та Джона Р. Шріффера) пояснювала надпровідність за допомогою концепції спарювання електронів фононами. Слід зауважити, що ця теорія переконала більшість дослідників у тому, що неможливо досягти ефекту надпровідності за температури вище 25 К. Звісно, такий підхід значною мірою негативно вплинув на оцінювання перспективності практичного застосування надпровідників.

Проте надпровідники нині використовують у багатьох галузях промисловості. Світовий обсяг продажу надпровідних пристроїв становить близько 5 млрд євро і до 2020 р. має зрости втричі. При цьому, лівова частка цього ринку припадає на магніти, а серед них домінують магнітні резонансні томографи (МРТ) та магніти для виконання досліджень (ЯМР, прискорювачі й токамаки). Однак, слід зазначити, що такі застосування сьогодні вже досягли обмежень, які накладають властивості традиційних надпровідників.

Наведемо кілька прикладів. У Великому адронному колайдері задіяно 10 000 надпро-

відних магнітів та 1200 т надпровідного кабелю з NbTi. Обмеження в енергії адронів визначається критичним магнітним полем. У Міжнародному експериментальному термоядерному реакторі (International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER), найдорожчому науковому проєкті всіх часів (16 млрд євро), використовують близько 600 т Nb₃Sn і таку ж кількість NbTi. Однак відомо, що під час будівництва ITER виникають проблеми, пов'язані передусім із низькими магнітними характеристиками цих надпровідників.

Отже, у нових матеріалах є нагальна потреба, і ще донедавна певною заміною традиційним надпровідникам у магнітах вважали високотемпературні надпровідники (ВТНП) на основі міді — ВТНП купратів, які у 1986 р. відкрили Й.Г. Беднорц та К.А. Мюллер [3].

Зважаючи на ліміт теорії БКШ — 25 К, це відкриття виявилось вибуховим. Багато хто пам'ятає той безпрецедентний ажіотаж, який викликала ця подія. У той час усі вважали, що досить швидко вдасться зрозуміти механізм високотемпературної надпровідності та підвищити критичну температуру до кімнатної, а також мріяли, що невдовзі всі великі міста світу стануть надпровідними.

Як відомо, надії на бурхливий прогрес у галузі ВТНП не справдилися. Проте такі дослідження мали багато значущих і позитивних наслідків (наприклад, вони значною мірою стимулювали розвиток експериментальної техніки), але загальноприйнятної теорії ВТНП, такої як БКШ, немає й досі. Чи краще сказати, що немає теорії, яка б уможливила створення нових надпровідників з вищими критичними температурами (T_c). Причиною цього є складні електронні властивості. Також «не пішли» і багато, здавалося б, очевидних застосувань ВТНП. Зокрема, використанню їх у магнітах заважає сильно анізотропна густина критичного струму, через що важко створити потрібну конфігурацію котушки.

Виявилось, що для розуміння механізму надпровідності потрібно насамперед розплутати електронну структуру купратів і основ-

ним експериментальним методом на цьому шляху став метод фотоемісійної спектроскопії з кутовим розділенням (angle-resolved photoemission spectroscopy — ARPES) [4].

Фотоелектронна спектроскопія в Україні має довгу історію. Петро Григорович Борзяк ще у 50-х роках заклав основи вивчення фотоелектронної емісії напівпровідників. А мій учитель, Володимир Володимирович Немошкаленко, — один із фундаторів використання рентгенівської та фотоелектронної спектроскопії для дослідження електронної структури твердих тіл, був також засновником школи зонних розрахунків у Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України.

Ідейно, ARPES є дуже простим методом — це фотоэффект плюс аналізатор. Електрони, які світло вибиває з монокристалічного зразка, аналізують за допомогою електронного аналізатора. Кут вильоту електронів визначається їхнім імпульсом у кристалі, аналізатор дає розгортку по енергії, отже маємо у вихідному вікні двовимірне зображення густини електронних станів. Щоб рухати це вікно в імпульсному просторі й отримувати повний спектр, потрібен маніпулятор, що повертає зразок. Зрозуміло, що і аналізатор, і маніпулятор мають бути надзвичайно прецизійними, тому ціна такого сучасного приладу становить близько 1 млн євро.

Однак є ще один необхідний елемент — синхротронне випромінювання. Як не дивно, саме використання синхротронів робить ARPES-експеримент доступнішим для українських науковців, тому що синхротронний час розподіляють за якістю поданих проєктів. Тож маємо цікавий випадок — експериментатори можуть ефективно працювати в галузі фізики твердого тіла, маючи за душею лише ідеї та досвід.

Отже, сучасний ARPES дає можливість визначати електронні спектри кристалів із високою точністю, достатньою як для розрахунків їхніх магніто-електронних властивостей, так і для розшифрування механізмів міжелектронної взаємодії.

Головним нашим результатом з вивчення купратів стало доведення магнітної природи

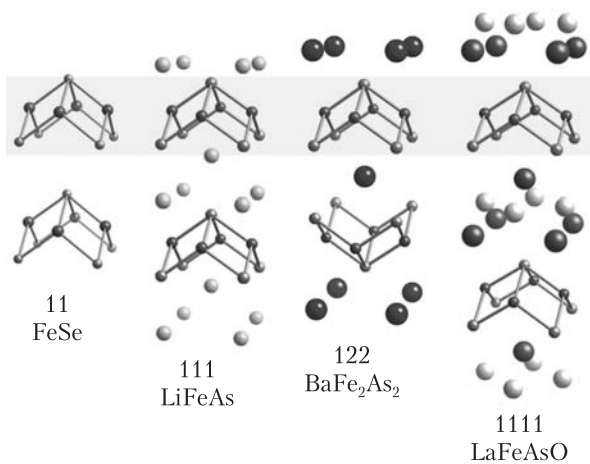


Рис. 1. Кристалічні структури основних сімейств надпровідників на основі заліза

надпровідності [5, 6]. Ми показали, що структура електронного спектра (що вимірюють ARPESom) повністю визначається спектром спінових флуктуацій (що вимірюють методом непружного розсіювання нейтронів).

Звичайно, цей результат було отримано не на порожньому місці, йому передували 8 років наших досліджень електронної структури купратів. Зокрема, було розплатано електронну структуру та доведено, що її можна добре описати зонними розрахунками [7, 8]; показано, що структура цих спектрів не може визначатися взаємодією електронів з фононами, а скоріше з магнетонами [9, 10]; показано, що псевдощільина є наслідком формування хвиль спінової густини, що зменшує температуру надпровідного переходу [11].

Однак найбільш значущим наслідком наших досліджень купратів [4, 6] стала впевненість в тому, що саме електронна структура відіграє вирішальну роль у всіх електронних властивостях ВТНП — вона визначає формування і електронного, і магнітного спектрів, а також нестабільностей електронної підсистеми, таких як спінове впорядкування та надпровідність.

Отже, електрони в купратах стають надпровідними без сторонньої допомоги, без

фононів, але для того, щоб зрозуміти, який із механізмів спарювання має місце у цьому процесі, бажано було би мати високотемпературні надпровідники з іншою електронною структурою.

І от нещодавно, у 2008 р., група японських дослідників під керівництвом Хидео Хосоно (Hideo Hosono) відкрила [1] новий клас високотемпературних надпровідників на основі заліза, так звані «феропніктиди». За короткий час у дослідженнях надпровідності залізна доба змінила мідну: майже всі дослідники надпровідності переключилися на нові матеріали.

Резонанс, викликаний цим відкриттям у науковій спільноті, дуже нагадує ситуацію, що склалася з відкриттям ВТНП-купратів. Тут показовою є кількість цитувань. Якщо роботу Й.Г. Беднорца та К.А. Мюллера 1986 р. [3] сьогодні процитовано більш як 10 000 разів, то робота Х. Хосоно 2008 р. [1] вже має понад 3 000 цитувань.

Таким чином, саме з погляду магнітного застосування ці матеріали є дуже цікавими, оскільки демонструють надзвичайно високі значення критичного магнітного поля за досить ізотропної густини критичного струму [12]. Критична температура в них є поки що меншою, ніж у купратів (56 проти 140 К), але для практичного використання ця різниця не дуже принципова. Крім того, це тільки початок вивчення цих матеріалів, і є реальна надія на підвищення найближчим часом критичної температури.

Однак, не лише широкі перспективи застосування роблять залізні надпровідники такими цікавими для дослідників, а насамперед їхня складна фізика та різноманіття — вони вже налічують 6 основних сімейств і кілька десятків сполук.

Складна фізика — це складна електронна структура і складні фізичні властивості, що з неї випливають: магнітне впорядкування, незвичайна надпровідність та їх співіснування, багаті фазові діаграми [2].

Не дивлячись на різноманіття сполук високотемпературних надпровідників на основі заліза, магнітне впорядкування, провід-

ність та надпровідність відбуваються у залізо-пніктидному шарі (виділено на рис. 1), й електронна структура є спільною для всіх представників цього класу. Це означає, що є 5 зон провідності (на відміну від однієї у купратах), сформованих електронами заліза, і ці зони формують здебільшого 5 фермі-поверхонь (рис. 2). Однак ці поверхні, навіть їх топологія, можуть швидко змінюватися під дією таких факторів, як тиск чи зарядове допування, що й призводить до складних фазових діаграм. Загалом таку електронну структуру можна добре описати зонними розрахунками (у термінах кількості та симетрії зон), але щоб відстежити ці критичні малі зміни, потрібен експеримент.

Наприклад, система 122, $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{Fe}_2\text{As}_2$ (BKFA). Розрахунки дають поверхню Фермі з трьома дірковими «кишенями» у центрі зони Брілюена та двома електронними – в кутах (рис. 2б). Таку фермі-поверхню одразу ж було покладено в основу багатьох теорій та «підтверджено» низкою експериментів. Ми показали [13], що реальна поверхня Фермі є зовсім іншою. Хоча вона й є наслідком тієї ж самої зонної структури (рис. 3), але зони дещо зсунуті [2].

Інший приклад – LiFeAs . Тут топологія експериментальної поверхні не змінилася, але змінилися розміри, порушивши умови для виникнення спінового впорядкування, що пояснює відсутність магнетизму у цьому матеріалі [14, 15]. Також дві центральні поверхні практично зникли.

Останнє спостереження корелює з BKFA, де також максимум T_c спостерігають для кристалів із гранично малими поверхнями Фермі. Виявилось [2], що всі відомі залізні надпровідники слідує цьому емпіричному правилу: максимальну схильність до надпровідності демонструють виключно системи з гранично малими поверхнями Фермі певної симетрії.

Звідси стає зрозумілим, що T_c не корелює безпосередньо з густиною станів, оскільки стехіометричний KFe_2As_2 має вищу за BKFA густину станів, але його T_c становить усього 4 K. Також видно, що діркове допування

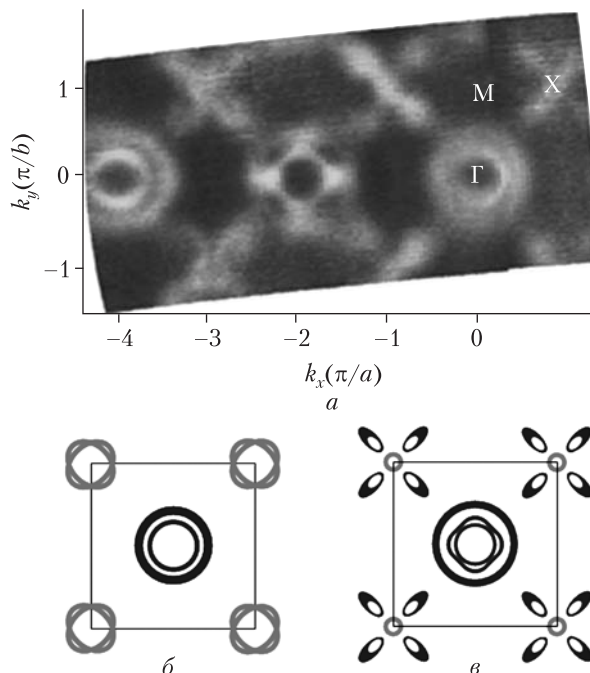


Рис. 2. Поверхні Фермі оптимально допованого BKFA ($\text{Ba}_{0.4}\text{K}_{0.4}\text{Fe}_2\text{As}_2$): ARPES-експеримент (а) та розрахунок (б)

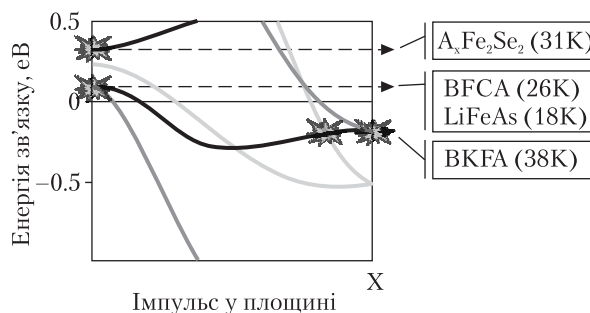


Рис. 3. Узагальнена електронна структура надпровідників на основі заліза. У сполуках з найбільшими критичними температурами рівень Фермі проходить через верх або низ відповідної зони

KFe_2As_2 або LiFeAs має призвести до схожій з BKFA пелюсткової топології, але зі значно більшою густиною станів, що має істотно підвищити T_c .

Отже, складна електронна структура ферропніктидів нагадує конструктор, де різними чинниками (тиском, зарядовим та ізовалентним допуванням) можна дещо деформувати

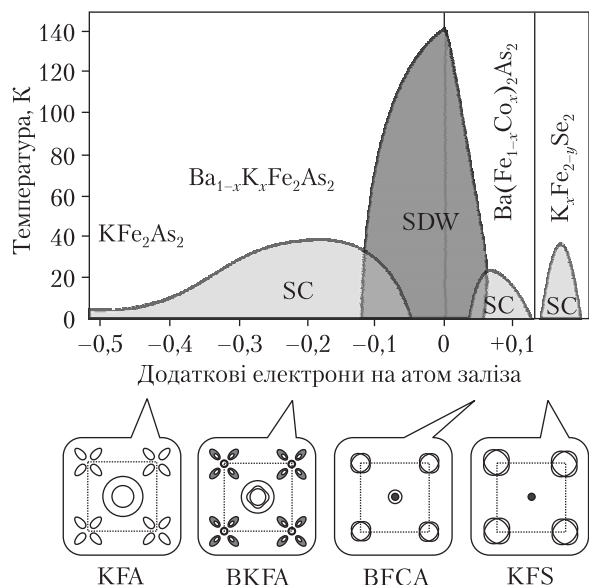


Рис. 4. Узагальнена фазова діаграма надпровідників на основі заліза (феропніктидів та ферохалькогенідів) і поверхні Фермі (знизу) для відповідних сполук

базову електронну структуру і дивитися, що з цього вийде. А відбувається наступне. Кожного разу, коли рівень Фермі потрапляє на верх чи низ зони (рис. 3), що спричиняє топологічний перехід поверхні Фермі, так званий перехід Ліфшиця, спостерігається максимум критичної температури (рис. 4). Слід зазначити, що це працює тільки для зон з певним орбітальним характером (d_{xz}/d_{yz}), а зони з характером d_{xy} виявляються неважливими для надпровідності [16].

Таким чином, механізм надпровідного спарювання у залізних надпровідниках залишається поки що нез'ясованим, але можна стверджувати, що електронна структура в них, як і в купратах, є визначальною: максимальну схильність до надпровідності демонструють виключно системи з гранично малими (близькими до топологічного переходу) поверхнями Фермі певної симетрії. Саме складність електронної структури цих матеріалів дала змогу виявити зазначену кореляцію та вказати шлях до збільшення T_c .

Отже, вивчення надпровідників на основі заліза є одним із найпріоритетніших напрямів світових досліджень, адже вони пропо-

нують нову цікаву фізику і мають реальні перспективи практичного застосування. Завдяки ефективним експериментальним та теоретичним роботам з вивчення електронної структури українські науковці знаходяться на передньому краї досліджень у цій галузі. Однак слід розвивати й інші напрями досліджень феропніктидів в Україні, зокрема магнітно-транспортних властивостей, з огляду на можливі практичні застосування. Також потрібно, спираючись на український матеріалознавчий досвід, налагодити в Україні виробництво придатних для досліджень монокристалів та плівок залізних надпровідників. Важливою є координація досліджень з вивчення залізних надпровідників в Україні з подальшим розвитком міжнародного співробітництва.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Kamihara Y. et al. Iron-based layered superconductor $\text{La}[\text{O}_{1-x}\text{F}_x]\text{FeAs}$ ($x = 0.05-0.12$) with $T_c = 26$ K // J. Am. Chem. Soc. — 2008. — V. 130. — P. 3296–3297.
2. Kordyuk A.A. Iron based superconductors: magnetism, superconductivity and electronic structure (Review Article) // Low Temp. Phys. — 2012. — V. 38. — P. 1119–1134.
3. Bednorz J.G., Müller K.A. Possible high T_c superconductivity in the Ba-La-Cu-O system // Z. Phys. B. — 1986. — V. 64. — P. 189–193.
4. Kordyuk A.A., Borisenko S.V. ARPES on high-temperature superconductors: simplicity vs. complexity (Review Article) // Low Temp. Phys. — 2006. — V. 32. — P. 298–304.
5. Dahm T., Hinkov V., Borisenko S.V. et al. Strength of the Spin-Fluctuation-Mediated Pairing Interaction in a High-Temperature Superconductor // Nature Phys. — 2009. — V. 5. — P. 217.
6. Kordyuk A.A., Zabolotnyy V.B., Evtushinsky D.V. et al. An ARPES view on the high- T_c problem: Phonons vs. spin-fluctuations // Eur. Phys. J. Special Topics. — 2010. — V. 188. — P. 153–162.
7. Kordyuk A.A., Borisenko S.V., Kim T.K. et al. Origin of the peak-dip-hump line shape in the superconducting-state ($\pi,0$) photoemission spectra of $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$ // Phys. Rev. Lett. — 2002. — V. 89. — P. 077003.
8. Kordyuk A.A., Borisenko S.V., Knupfer M., Fink J. Measuring the gap in angle-resolved photoemission experiments on cuprates // Phys. Rev. B. — 2003. — V. 67. — P. 064504.
9. Kordyuk A.A., Borisenko S.V., Koitzsch A. et al. Manifestation of the magnetic resonance mode in the nodal

- quasiparticle lifetime in superconducting cuprates // Phys. Rev. Lett. — 2004. — V. 92. — P. 257006.
10. Kordyuk A.A., Borisenko S.V., Zabolotnyy V.B. et al. Constituents of the quasiparticle spectrum along the nodal direction of high- T_c cuprates // Phys. Rev. Lett. — 2006. — V. 97. — P. 017002.
 11. Kordyuk A.A., Borisenko S.V., Zabolotnyy V.B. et al. Nonmonotonic pseudogap in high- T_c cuprates // Phys. Rev. B. — 2009. — V. 79. — P. 020504.
 12. Moll P.J.W., Puzniak R., Balakirev F. et al. High magnetic-field scales and critical currents in SmFeAs(O, F) crystals // Nature Materials. — 2010. — V. 9. — P. 628–630.
 13. Zabolotnyy V.B., Inosov D.S., Evtushinsky D.V. et al. (π , π) electronic order in iron arsenide superconductors // Nature. — 2009. — V. 457. — P. 569.
 14. Borisenko S.V., Zabolotnyy V.B., Evtushinsky D.V. et al. Superconductivity without nesting in LiFeAs // Phys. Rev. Lett. — 2010. — V. 105. — P. 067002.
 15. Kordyuk A.A., Zabolotnyy V.B., Evtushinsky D.V. et al. Angle-resolved photoemission spectroscopy of superconducting LiFeAs: evidence for strong electron-phonon coupling // Phys. Rev. B. — 2011. — V. 83. — P. 134513.
 16. Доповідь: http://www.nas.gov.ua/OrgStructure/SFT-MN/VFA/Documents/Kordyuk_NANU_PreS.pdf.

A.A. Кордюк

Институт металлофизики им. Г.В. Курдюмова
Национальной академии наук Украины
бул. Вернадского, 36, Киев, 03680, Украина

**ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ
СВЕРХПРОВОДНИКИ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА:
ИССЛЕДОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Недавнее открытие нового класса сверхпроводников на основе железа вызвало огромный интерес всей научной общественности, а многочисленные исследования этих соединений быстро сформировали одно из самых приоритетных направлений в физике твердого

тела. Новые сверхпроводники являются чрезвычайно перспективными для применения как в сверхпроводящих магнитах, так и в спинтронике. Вследствие многообразия этих материалов, сложной электронной структуры и их свойств они стали крайне интересными объектами для фундаментальных исследований. Этот доклад является попыткой объяснить, почему эта тема так важна, и рассказать об исследованиях сверхпроводников на основе железа в Институте металлофизики им. Г.В. Курдюмова НАН Украины.

Ключевые слова: сверхпроводимость, сверхпроводники на основе железа, электронная структура, фотоэлектронная спектроскопия.

A.A. Kordyuk

Kurdjumov Institute of Metal Physics
of National Academy of Sciences of Ukraine
36 Vernadsky Str., Kyiv, 03142, Ukraine

**IRON BASED HIGH TEMPERATURE
SUPERCONDUCTORS:
PROSPECTS AND RESEARCH**

Recent discovery of a new class of iron based superconductor has caused a great interest of the scientific community, and numerous studies of these compounds have formed one of the highest-priority directions in condensed matter research. The new superconductors are very promising for applications in superconducting magnets as well as in spintronics. But, first of all, as a consequence of their diversity and complex electronic structure and properties, these materials are very interesting for fundamental research. This report is both an attempt to explain why this topic is so important and an opportunity to report the results of study of these materials in Kurdjumov Institute of Metal Physics of NAS of Ukraine.

Keywords: superconductivity, iron based superconductors, electronic structure, photoemission spectroscopy.

О.М. ХУТОРНОЙ, О.Б. ЛАБУНСЬКА, Л.В. ХУТОРНА

ПІВДЕННИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ І МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

Південний науковий центр (ПНЦ) створено в складі Академії наук УРСР сорок років тому, у травні 1971 р. Усього в Україні функціонує шість таких центрів — у Харкові, Донецьку, Дніпропетровську, Львові, Одесі та Сімферополі. Вони розташовані в регіонах України таким чином, щоб спиратися на істотний науковий потенціал великих міст.

Появу регіональних наукових центрів легко пояснити, якщо згадати ситуацію 60-х років минулого століття. Перший супутник Землі, перша людина у відкритому космосі, місячна одиссея — це вершина подій, що з космічних висот висвітлювала стрімкі темпи науково-технічної революції ХХ століття. «Наука — продуктивна сила!» — чудова фраза-гасло того часу втілила в собі масштабні перетворення, коли завдяки новітнім досягненням науки ручну працю замінено машинами, автоматизовано трудові процеси і технології виробництва, а в різних галузях народного господарства розпочато широке застосування комп'ютерів та іншої інформаційної техніки.

Сьогодні сивочолі ветерани виробництва та вчені з неприхованою ностальгією згадують про те, що в другій половині ХХ століття використання вітчизняних наукових здобутків у технології та організації виробництва набуло систематичного й планового харак-

теру; 10% свого прибутку підприємства відраховували на впровадження нових досягнень науки і техніки; широко практиковано інформаційний пошук наукових досягнень за кордоном; активізовано закупівлю ліцензій. У той час на основі довгострокових прогнозів науково-технічного прогресу розробляли програми економічного розвитку, а сполучною ланкою між наукою і виробництвом були потужні проектно-конструкторський, монтажний, будівельний і фінансовий блоки, які узгоджували роботу вчених із потребами промисловості.

У такій ситуації Академія наук була головним координатором фундаментальних і прикладних досліджень в УРСР. Як найвища державна наукова організація, вона не тільки об'єднувала всіх наукових працівників підпорядкованих їй установ, виконуючи дослідження в різних галузях знань, а й створювала наукову базу для технологічного, соціально-економічного та культурного розвитку країни. Успішно й ефективно впровадитися з таким багатогранним завданням можна було лише за умов налагодження тісної співпраці академічної науки з університетською і галузевою, а також безпосередньо з виробничниками. Як виявилось, оптимально таке співробітництво можна було здійснювати на рівні окремих економічних регіонів, а сприяти встановленню і розвитку подібних зв'язків і повинні були створювані регіональні наукові центри.

Територія, інтереси якої визначали діяльність Південного наукового центру, була обмежена спочатку чотирма областями Південного регіону України (Одеська, Миколаївська, Херсонська і до 1992 р. — Кримська), а головною метою його створення було підвищення ролі науки в розробленні та реалізації ефективної регіональної політики, яка була б орієнтована на об'єднання загальнодержавних і місцевих інтересів.

Згідно зі статутом, ПНЦ має виконувати такі завдання:

- науково забезпечувати розв'язання актуальних комплексних проблем Південного регіону України, насамперед у сферах економіки, екології, ресурсозабезпечення, інформатизації, культурного та духовного розвитку населення;
- сприяти розвитку інтеграції науки й освіти, фундаментальних і прикладних досліджень, які проводять у науково-дослідних установах і вищих навчальних закладах Південного регіону, підвищувати рівень його наукового потенціалу;
- брати активну участь у забезпеченні інноваційного розвитку господарського комплексу Південного регіону, сприяти широкому впровадженню високоефективних наукових розробок українських учених;
- здійснювати просвітницьку діяльність, підвищувати інтелектуальний потенціал Південного регіону.

Регіональні наукові центри, створені в Україні, не копіювали завдання, структуру й систему управління наукових центрів АН СРСР, таких, наприклад, як Уральський або Далекосхідний. Їхні можливості реалізовувалися передусім завдяки авторитетові найвідоміших у тих чи інших регіонах України наукових лідерів, які переважно були дійсними членами АН УРСР, членами Президії Академії й одночасно директорами провідних академічних інститутів. На першому етапі свого функціонування наукові центри не мали юридичної самостійності, а їхній порівняно нечисленний управлінський персонал (учений секретар, два-три співробітники) входив до складу працівників базової

наукової установи, очолюваної головою центру та директором цього закладу.

У 1971 р. ПНЦ очолив доктор економічних наук, професор М.Т. Мелешкін, а в 1975 р. Президія Академії на посаду його голови затвердила академіка АН УРСР О.В. Богатського. З 1984 р. і до сьогодні цей науково-координаційний орган Південного регіону України очолює академік НАН України С.А. Андронаті.

Різноманітність наукових, науково-технічних, екологічних проблем, координатором розв'язання яких є ПНЦ, соціально-економічні проекти і програми, до виконання яких він залучається, зумовлені тією специфікою, а в окремих випадках і унікальністю, якими вирізняються Одеська, Миколаївська та Херсонська області з огляду на їхнє географічне розташування. Так, **Одеська область** розташована на крайньому південному заході України, на заході вона межує з Молдовою, на півночі — з Вінницькою та Кіровоградською, на сході — з Миколаївською областями України. Її основна економіко-географічна особливість — вихід в Азово-Чорноморський басейн і до великих річкових магістралей — Дунаю, Дністра, Дніпра, Дону. На суші й на морі область межує з низкою зарубіжних країн — Румунією, Болгарією, Туреччиною. Ефективні водні шляхи (морські та річкові) пов'язують Одещину із Східною і Центральною Європою (Дунаєм) і далі із Світовим океаном. Завдяки цьому Одеса та інші порти області розташовані у вузлі інтенсивних морських і річкових транспортних міжнародних зв'язків, що й визначає її величезний транспортно-транзитний потенціал. Географічне розташування області в степовій і лісостеповій зонах визначає її основне природне багатство — чималі агропромислові ресурси, а приморське — її потужний рекреаційний потенціал. Географія Одещини зумовлює і ряд її негативних характеристик. Значна частина території області розташована на півдні степової зони з посушливим кліматом, маловодними річками й край низьким залісненням.



Одеський археологічний музей НАН України



Будівля установ НАН України в Одесі



Головний корпус Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова

Одеська область — високорозвинений індустріальний регіон, промисловість якого відіграє значну роль у структурі народногосподарського комплексу України. На її території розміщено понад 400 великих і середніх промислових підприємств. Їхня спеціалізація — виробництво нафтопродуктів і готових металевих виробів, машинобудування, металургійне виробництво, продукція хімічної, нафтохімічної, легкої, переробної промисловості тощо.

Сільське господарство Одещини — один із найважливіших секторів її економіки. У ньому зайнято 45% населення, виробляється близько 30% валового суспільного продукту. Земельний фонд області — 3,3 млн га, у тому числі 2,6 млн га (78,8%) сільськогосподарських земель. Основні напрями виробничої сільськогосподарської спеціалізації області — рослинництво (виращування зернових і технічних культур, овочів, винограду) і тваринництво (розведення великої рогатої худоби, свиней, овець, птиці, виробництво м'яса, молока, яєць, вовни).

Транспортно-дорожній комплекс Одеської області представлений усіма видами транспорту і включає найбільші морські торговельні порти, судноплавні компанії та судноремонтні заводи, розвинене залізничне й автодорожнє господарство, широкую мережу автотранспортних, експедиторських підприємств, аеропорти та аеродромні комплекси. В області здійснюють широкомасштабну перевалку вантажів між різними видами транспорту, діють міжнародні залізнично-морські та автомобільно-морські переправи.

Морегосподарський комплекс Одещини представлений Одеським, Іллічівським, Ізмаїльським, Південним, Білгород-Дністровським, Ренійським, Усть-Дунайським морськими торговельними портами, а також

Іллічівським морським рибним портом. В області працюють Іллічівський судноремонтний і Кілійський суднобудівно-судноремонтний заводи. Морський та річковий транспорт представляють національні судноплавні компанії, найбільшими з яких є ВАТ «Українське Дунайське пароплавство», ЗАТ «Судноплавна компанія Укрферрі». Порти мають відповідну інфраструктуру для здійснення вантажних операцій з перероблення сухих і наливних вантажів, перевезення пасажирів та виконання допоміжних функцій, наприклад: бункерування, відстій транспортних, спеціалізованих і службово-допоміжних суден.

Економічний потенціал **Миколаївської області** характеризується розвиненими промисловістю, сільськогосподарським комплексом, портовим господарством, розгалуженою транспортною мережею. Провідною галуззю Миколаївщини є суднобудування з такими найпотужнішими підприємствами:

ПАТ «Чорноморський суднобудівний завод» — одне з найбільших суднобудівних підприємств Європи;

ДП «Суднобудівний завод імені 61 комунара»;

ПАТ Миколаївський суднобудівний завод «Океан».

Основна продукція цих підприємств — важкі крейсери-авіаносці, танкери, нафторудовози, багатоцільові суховантажні судна, траулери-рибозаводи, рефрижератори (раніше будували також брандвахти), катери тощо.

Сільське господарство — друга за обсягами й перша за зайнятістю трудових ресурсів галузь матеріального виробництва області. На одного її жителя припадає майже 1,3 га ріллі, а на одного працівника, зайнятого в сільському господарстві, — понад 11 га орної землі. Ці особливості Миколаївщини відкривають широкі можливості для інвестицій в сільське господарство із застосуванням індустриальних технологій, потужної високоефективної техніки.

У місті Південноукраїнську розташована атомна електростанція, яка дає понад 35% промислової продукції області.

Миколаївщина має значний експортний потенціал. Підприємства регіону підтримують ділові стосунки з партнерами 101 країни світу. Частка області в зовнішньоторгівельному обороті країни в окремі роки досягала 3,6%. У структурі експорту найбільшу питому вагу мають глинозем, судна, механічне обладнання, шкіра, продукти рослинного походження тощо. Імпортують переважно боксити, нафтопродукти, продукцію хімічної промисловості.

Основні природні рекреаційні ресурси Миколаївської області — морські піщані пляжі протяжністю понад 70 км, мальовничі ландшафти берегів Південного Бугу та численних водосховищ, джерела мінеральної води з експлуатаційними запасами близько 1 тис. м³ на добу, лікувальні грязі, зокрема Тилігульського і Бейкушанського лиманів із запасами понад 2 млн м³. Як рекреаційне джерело в області використовують також понад 11 тис. га лісових масивів, у тому числі 4 тис. га зелених зон навколо міст.

Херсонська область має особливе географічне розташування в пониззі Дніпра, на перехресті транспортних маршрутів, у тому числі вихід до двох морів — Чорного і Азовського, що разом зі сприятливими кліматичними умовами дає величезні можливості для розвитку торгівельно-економічних зв'язків і вигідного інвестиційного співробітництва. Область розташована в Причорноморській низовині, на обох берегах Дніпра — найбільшої водної артерії країни і третьої за величиною річки Європи.

Херсонщина входить у південний економічний регіон України, аграрно-індустріальний за своєю структурою, який, безперечно, можна назвати великим хлібним полем країни. Місце розташування області в межах Причорноморської низовини зумовлює переважання на всій її території степових ландшафтів. Тут функціонують два з трьох національних заповідників — Асканія-Нова і Чорноморський державний біосферний заповідник, відомі в усьому світі своєю унікальною флорою і фауною.

Помірний клімат, чорноземні ґрунти Херсонської області в поєднанні з великою кількістю сонячних днів у році створюють сприятливі умови для вирощування зернових культур, овочів, розвитку садівництва і виноградарства, а чудові піщані морські пляжі, мальовничі річкові пейзажі, цілюща дія південного сонця і степового повітря — усе це сприяє розвитку її рекреаційно-туристичного потенціалу.

У транспортно-промисловий комплекс Херсонщини входять морський і річковий порти; харчова та переробна галузі; суднобудування (ВАТ Херсонський суднобудівний завод будує бурові судна і транспортний флот різного призначення; Державне підприємство Херсонський державний завод «Паллада» — унікальне підприємство з будівництва доків, залізобетонних понтонів, кесонів та інших плавальних споруд. За 90 років його роботи побудовано понад 80 доків, багато з яких не мають аналогів у світі); машинобудування; хімічна та нафтохімічна, целюлозно-паперова й поліграфічна, легка галузі промисловості; металургія і оброблення металу; виробництво нафтопродуктів та інших неметалевих виробів; виробництво і розподіл електроенергії.

Розміщення Південного регіону України на межі суші й моря і на перспективу визна-



Водно-транспортні коридори України.
Монтаж порталних кранів в порту Херсона

чає тенденцію до посилення інтенсивності багатопланової техногенної діяльності в його межах, подальшого відчутного зростання значущих господарських та інфраструктурних об'єктів. Водночас Північно-Західне Причорномор'я відчуває на собі тягар комплексу негативних наслідків антропогенної діяльності в межах нижніх течій басейнів Дунаю, Дніпра та Дністра. Це зумовлює нагальну потребу зміцнення міжнародної співпраці для розв'язання тих проблем, які, з одного боку, тісно пов'язані з безпосередніми інтересами України та її південного регіону, а з другого — украй актуальні для впровадження заходів загальної, зокрема екологічної, безпеки країн Чорноморсько-Середземноморського басейну.

За час, що минув від його утворення, Південний науковий центр набув вагомого досвіду плідної співпраці з органами влади Одеської, Миколаївської та Херсонської областей, природоохоронними структурами, провідними науковими установами, авторитетними вченими-експертами у вирішенні завдань регіонального розвитку.

Михайло Тимофійович Мелешкін за чотири роки свого керівництва Центром створив матеріальну базу не тільки для ПНЦ. На березі Чорного моря, біля схилів пляжу «Отрада», майже в центрі Одеси, у провулках Французького бульвару, компактно розташувалися Одеське відділення Інституту економіки АН УРСР і Обчислювальний центр колективного користування «Орбіта» Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова.

Олексій Всеволодович Богатський, очоливши Центр у 1975 р., почав найактивнішим чином використовувати потенціал регіональної науки з метою виконання стратегічно важливих для регіону й країни в цілому доручень уряду і його органів колишнього Радянського Союзу й УРСР. Стосувалися вони насамперед експертних оцінок дуже складних і часом навіть спірних проектів, реалізацію яких було передбачено в Українському Причорномор'ї.

На рубежі 70–80-х років минулого століття за підтримки Президії АН УРСР і з

координаційним супроводом ПНЦ вчені й фахівці регіону здійснили експертне оцінювання таких проектів:

- еколого-економічні наслідки будівництва Одеської атомної ТЕЦ;
- створення гідроакумулювальної станції в комплексі з Південноукраїнською АЕС;
- еколого-економічні наслідки проекту будівництва Одеської ТЕЦ-2;
- будівництво Березівського заводу мінеральних добрив;
- спорудження нафтотерміналу поблизу Одеси;
- перекриття Дніпро-Бузького лиману.

Високий професійний рівень проведених експертиз допоміг визначити зміст тих урядових рішень, які були прийняті за їхніми результатами.

Після створення регіональних наукових центрів поступово наростали диспропорції між обсягами вирішуваних завдань, їхньою масштабністю, багатовекторністю і кількістю управлінського персоналу, який досить часто не встигав організувати, опрацьовувати і контролювати значні інформаційні потоки в межах Центру, підтримувати оперативний зв'язок із периферійними областями, виконувати доручення Президії Академії, готувати аналітичні огляди й робочі довідки для керівних органів на місцях і т.д. Вихід було знайдено в 1981 р., коли спільною Постановою ЦК Компартії України і Кабміну № 13 у центрах було створено відділи регіональних проблем управління НТП. Їхній склад формували із досвідчених фахівців-практиків, науковців, управлінців обласного рівня, які у 80-ті роки забезпечили розроблення і супровід комплексних обласних програм на найважливіших напрямках регіонального господарського розвитку. В Одеській області такими програмами, наприклад, були «Машинобудування», «Харчопром», «Транспорт» та ін. Наукові колективи відділів регіональних проблем НТП у центрах з часу їх створення почали проводити також і самостійні дослідження в межах академічного бюджетного фінансування (вивчення наукового потенціалу регіонів,

динаміки інноваційного складника регіональних наукових досліджень і т.д.).

За сприяння секцій і проблемних комісій центрів у таких наукових відділах і під їхнім організаційним керівництвом виконувалися також профільні госпдоговірні роботи різних напрямів. У тісній єдності з членами бюро з 80-х років тривало виконання відповідальних експертиз найбільш складних і дорогих проектів, запланованих для реалізації в Українському Причорномор'ї. Серед них — створення портів комплексів перевалки хімічних вантажів у портах Південний, Іллічівськ, Усть-Дунайськ, Маріуполь; аналітичне оцінювання перспектив закордонних інвестицій у морські транспортні підприємства та суміжні з ними господарства Українського Причорномор'я; розроблення концепції соціально-економічного розвитку Українського Причорномор'я, концепції розвитку Одеського торговельного морського порту, портів Іллічівськ і Південний для перевалки і експортування металовантажів комбінату «Азовсталь».

Мабуть, єдиним фактором стримування в період 80-х років несподівано виявилася фінансово-господарська залежність центрів від їхніх базових академічних інститутів, коли поточні витрати цих установ, цілком обґрунтовані для профілю їхніх досліджень, були нереальними для центрів, які функціонували у своїх інститутах на правах наукових відділів. Цю диспропорцію було знівлено на початку 90-х років. Для ПНЦ доленосною стала Постанова Президії АН УРСР № 315 від 05.12.1990 р. «Про надання Південному науковому центру АН УРСР статусу юридичної особи». На виконання цього документа протягом місяця було сформовано структуру і штат центру, з базового інституту передано відділ регіональних проблем НТП, тематику його науководослідних робіт, відповідне фінансування та обладнання, на баланс Центру прийнято будівлю в м. Одесі (пров. Тельмана, 6), виділено відповідне фінансування для забезпечення його діяльності.

Південний науковий центр як самостійна юридична особа розпочав свою роботу 1 березня 1991 р. під керівництвом його голови академіка і члена Президії Академії Сергія Андрійовича Андронаті. Директором ПНЦ було призначено кандидата хімічних наук, доцента Олексія Михайловича Хуторного, який з 1981 р. очолював у базовому Фізико-хімічному інституті АН УРСР відділ регіональних проблем управління НТП, що підпорядковувався Центру.

Набуття Центром самостійності збіглося у часі з розпадом Радянського Союзу, утворенням незалежної Української держави і зміною моделі економічного розвитку країни. Україна поринула в ринкові відносини, стихійне становлення яких дестабілізувало економіку і до невпізнання змінювало соціальну сферу. Терміново потрібно було шукати інші економічні орієнтири, розробляти нормативні та директивні документи, готувати проекти цільових господарських і науково-технічних програм. У таких умовах Президія АН України в 1991 р. ухвалює знакове для Південного регіону рішення — на базі Одеського відділення Інституту економіки АН України створити нову самостійну економічну установу — Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень (ІПРЕЕД). Його очолив член-кореспондент, а нині академік НАН України Борис Володимирович Буркинський. Цей Інститут став базовою економічною науково-методичною установою для ПНЦ, а академік Б.В. Буркинський є одним з чотирьох заступників директора Центру. За час, що минув, Інститут став ініціатором і розробником багатьох проектів і програм, підготував для центральних і регіональних структур управління господарським комплексом ряд нормативних документів, забезпечив науково-методичну базу для підготовки та підвищення кваліфікації працівників державної виконавчої влади в областях Причорномор'я тощо.

Економіко-екологічні проблеми Дністра і Дунаю — один із пріоритетів у діяльності ПНЦ. Залучаючи зацікавлену громадськість регіону і тісно співпрацюючи з Академією

наук Молдови, Центр разом з ІПРЕЕД НАН України розробив передпрограмний документ до міжреспубліканської науково-технічної програми раціонального використання та охорони природних ресурсів басейну Дністра; регіональний розділ Національної доповіді з проблем охорони та раціонального використання ресурсів Дунаю. Зібрано й систематизовано дані про техногенні та природні фактори і джерела забруднення водних ресурсів Дністра на об'єктах УРСР і МРСР, здійснено ретроспективний аналіз якості води в річці, визначено рівень забрудненості пестицидами та важкими металами донних відкладень річки Дністер у межах Біляївського водозабору. Стало вже доброю традицією спільно з Академією наук Молдови раз на два роки проводити у Кишиневі й Одесі Міжнародні науково-практичні конференції «Еколого-економічні проблеми Дністра». У Центрі розробляли також концепцію «Схеми комплексного використання і охорони вод Придунайських озер», оцінювали концентрацію в них забруднювальних речовин з урахуванням точкових і неточкових джерел забруднення, вивчали можливість подальшого використання міського пляжу на річці Дунай у м. Ізмаїлі, готували регіональну частину Національної доповіді про розроблення Міжнародної екологічної програми вивчення басейну річки Дунай під егідою Комісії Євросоюзу.

У вісімдесятих роках (1985, 1986, 1988) у придунайських озерах Ялпуг та Кугурлуй почала масово гинути риба, що призвело до значних екологічних наслідків загрозливого характеру. Ситуація, пов'язана із забеллю риби, повторювалася щороку на початку травня, коли прогрівалася акваторія і після повені прибувала вода з Дунаю. Під теплим весняним сонцем на поверхні озер, в берегових заростях очерету плавали десятки мертвих риб — переважно товстолобики віком понад 6 років та розмірами до одного метра. Їх роздуті тіла розмірено погойдувалися на хвилях, всюди кружляли чайки, і над водоймами стояв нестерпний дух тухлої риби.

Рік у рік Уряд СРСР своїми окремими рішеннями виділяв із бюджету країни кошти рибному господарству на озерах Ялпуг та Кугурлуй для компенсації його фінансових втрат, але стан справ із загибеллю риби лише погіршувався. Одеська облдержадміністрація доручила ПНЦ розв'язати цю проблему й запропонувати заходи протидії масовій загибелі риби в цих озерах. На безоплатній основі в 1985–1988 рр. Центр організував термінові польові дослідження. До аналізу ситуації було залучено значні наукові сили з різних установ: Одеського держуніверситету ім. І.І. Мечникова, Інституту гідробіології АН УРСР, Одеського філіалу Інституту біології південних морів АН УРСР, Українського центру екології моря Мінекобезпеки України, Інституту рибного господарства УААН та інших.

Разом із Головним управлінням сільськогосподарства і продовольства Одеської облдержадміністрації, керівництвом райдержадміністрацій придунайських районів Одеської області, Одеським облводгоспом, Одеським ЦНТЕІ, державним водогосподарським концерном «APELE MOLDOVEI» та низкою наукових установ і господарств регіону ПНЦ організував і провів науково-практичний семінар «Актуальні проблеми Придунайських озер», присвячений обговоренню й пошуку шляхів розв'язання однієї з болючих проблем Українського Придунав'я — факту періодичної масової загибелі риби. Ухвалені на цьому семінарі рішення було направлено урядом України та Молдови та іншим уповноваженим органам центральної та місцевої влади, а також управлінням тих господарських структур, виробництва яких розміщені на території водозбірного басейну придунайських озер, для реалізації відповідних профілактичних заходів.

У результаті проведених досліджень учені ПНЦ дійшли висновку, що інтенсифікація необґрунтованої господарської діяльності в районі придунайських озер порушила природний хід процесів, які забезпечували якість води і нормальне функціонування гідробіонтів. Крім того, унаслідок природ-

ного та штучного зариблення водойм Придунав'я провідне місце в промисловому вилові риби зайняли вселенці — білий і строкатий товстолобик та їхні гібриди.

З'ясувалося, що основною причиною загибелі рослиноїдних риб, насамперед білого товстолобика, є порушення біохімічних і фізіологічних процесів в організмі через відсутність умов для їхньої адаптації, що особливо загострюється в період нерестових міграцій. У замкнутих водоймах, заселених білим товстолобиком — вихідцем із Китаю і річки Амур, немає умов для самовідтворення його популяцій. Під час перебування паводкової дунайської води в озера товстолобик, який звик метати ікру на бистрині, реагує на цей сигнальний фактор — потік води, але вийти в річку не може. Неможливість відкласти ікру призводить до передозування стресових гормонів, що спричиняє ряд патологічних явищ — шоківу хворобу і, врешті-решт, загибель статевозрілої риби.

Проблему масової загибелі риби в придунайських озерах було повністю вирішено завдяки розширенню вилову товстолобика в період його нересту сітями з великими вічками, оновленню промислових стад зазначеного виду риби шляхом завезення нових генетичних ліній, а також комплексу інших технічних заходів.

Ще один яскравий період у роботі Центру — це ініціювання досліджень і робіт для забезпечення господарської діяльності та розвитку інфраструктури на острові Зміїний, який до 2000 р. перебував у підпорядкуванні військових і маякової служби. Це створювало проблеми у справі його міжнародного визнання як острова, а не скелі. Такий статус Зміїного для України був важливим у зв'язку з претензією Румунії на частину українського чорноморського шельфу в цій зоні.

За підтримки Голови Одеської облдержадміністрації С.Р. Гриневецького Центр підготував Комплексну програму подальшого розвитку інфраструктури та провадження господарської діяльності на о. Зміїний і континентальному шельфі. Наприкінці 2001 р. Кабінет Міністрів України схвалив пред-

ставлені Центром невідкладні заходи щодо комплексного розвитку острова, а навесні 2002 р. своєю постановою затвердив цю програму. Вона передбачала найрізноманітніші аспекти майбутніх перетворень на Зміїному, основними з яких були: проведення демілітаризації на території острова; посилення охорони державного кордону і виключної (морської) економічної зони України; забезпечення надійного зв'язку і транспортного сполучення з островом; диверсифікація господарської й інших видів діяльності; забезпечення підтримки природоохоронного режиму острова і континентального шельфу.

Не забуто при цьому й науку — заплановано підвищити охоронний статус загальнозоологічного заказника загальнодержавного значення «Острів Зміїний», організувати на острові рибогосподарську діяльність, створити й обладнати науково-дослідну станцію «Острів Зміїний» для проведення комплексних наукових досліджень. Цілий спектр досліджень мали провести на острові біологи, гео- і гідрофізики, еколого-геологи, історики й археологи.

Через чотири роки положення програми було втілено в життя, що зумовило міжнародне визнання Зміїного як острова. Виконуючи Указ Президента України № 16/2008, Центр сприяв Одеському археологічному музею НАН України у створенні його філії на острові Зміїний.

Налагоджено тісну співпрацю ПНЦ із обласним управлінням екології Одеської облдержадміністрації. У 2000-ті роки під його егідою Центр підготував ряд обласних екологічних програм, успішно реалізованих нині в Одеській області: Регіональну цільову програму охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки на 2009–2013 р. в Одеській області, Регіональну програму охорони навколишнього природного середовища, регіонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки в Одеській області (2011), Програму моніторингу навколишнього середовища Одеської області (2003), а також широкий спектр наукових і науково-дослідних робіт.

У різні роки співробітники Південного наукового центру періодично узагальнювали матеріали й видавали колективні монографії: «Очерки развития науки в Одессе» (1995), енциклопедію «Видные ученые Одессы» (2005), «Развиток академічної науки на Півдні України» (1998), «Наука в Южном регионе Украины» (2011).

Для успішного вирішення завдань регіонального наукового центру його голова, призначений Президією НАН України, формує відповідну структуру. Вона функціонує на громадських засадах, спираючись на авторитет провідних учених НАН України, вищих навчальних закладів та галузевих НДІ, директорів підприємств, представників місцевої влади та ін. Найважливішою ланкою такої структури і найвищим керівним органом Центру є його Рада. Типовий статут регіонального наукового центру визначає склад Ради коротко — до складу входять провідні представники науково-технічної громадськості регіону. У 2011 р. Рада ПНЦ складалася з 31 особи, у тому числі з 5 директорів і 6 вчених з установ НАН України, 11 ректорів ВНЗ, 3 директорів галузевих НДІ, 4 директорів науково-технічних та інформаційних центрів, відомих учених. У разі потреби на окремі засідання Ради запрошують профільних фахівців, керівників управлінь органів обласної і міської влади, виробничників, представників громадських організацій тощо.

Свої планові завдання Рада ПНЦ розглядає зазвичай один раз на квартал, упродовж року відбувається 4–5 засідань, у тому числі й виїзні. Однак для підтримки постійного контакту Центру з областями під його загальним керівництвом створено Миколаївську і Херсонську обласні науково-координаційні ради. Повністю охопити всілякі регіональні проблеми комплексного характеру вдається лише завдяки формуванню як у самому науковому центрі, так і в його обласних науково-координаційних радах наукових секцій та проблемних комісій, які також здійснюють свою діяльність лише на громадських засадах.

Нарешті, трапляються події або виникають проблеми, які вимагають оперативного регіонального наукового висновку, наприклад: раптова масова загибель риби в придунайських озерах на межі 80–90-х років; потрапляння в Дністер величезної кількості відходів унаслідок перероблення калійної солі на Стебниківському комбінаті; заплановане перекриття греблею Дніпро-Бузького лиману біля м. Очакова; можливе будівництво поблизу Одеси атомної теплоелектроцентральної і т.д. Для цього в науковому центрі та його обласних науково-координаційних радах створені й постійно оновлюються банки даних про вчених у регіоні — визнаних фахівців у певній галузі знань, які в разі потреби залучаються як експерти.

Для діяльності Центру дуже важливі й повноваження голови його Ради, передбачені статутом. Голову за погодженням із МОНмолодьспорт України призначає з числа своїх членів Президія НАН України. Він авторитетно представляє науковий центр у Президії НАН України, МОНмолодьспорт України, державних та місцевих органах влади та інших установах.

На 2010–2015 рр. ПНЦ спільно з місцевими органами влади визначив такі пріоритетні напрями своєї діяльності:

- нормалізація стану екосистеми та оптимізація природокористування в Північно-Західному Причорномор'ї;
- забезпечення сталого розвитку морегосподарської інфраструктури регіону та виконання нею стратегічно важливих для держави функцій;
- збереження, раціональне використання й охорона ресурсів басейну Дністра;
- посилення інноваційної спрямованості наукових досліджень у Південному регіоні, розв'язання його актуальних проблем завдяки впровадженню інновацій;
- сприяння розвитку науково-технічного потенціалу регіону на основі налагодження, координації, розвитку міжнародних зв'язків, поліпшення системи підготовки наукових кадрів найвищої кваліфікації.

Учені й фахівці, що входять до Ради, є гідними продовжувачами тих давніх і стійких традицій у сфері інтелектуальної і духовної творчості, корені яких сягають періоду створення та становлення міст Одеси, Миколаєва та Херсона. Знайомлячись із перлиною півдня України — Одесою, мандруючи проспектами, площами і вулицями причорноморських міст, відкриваємо в їхніх назвах імена всесвітньо відомих учених, які в різні часи жили і працювали тут, залишивши яскравий слід у житті людства, — С.П. Корольова, В.П. Глушка, В.П. Філатова, М.Ф. Гамалії, Д.К. Заболотного, М.І. Вавилова, В.Р. Вільямса, О.О. Богомольця, П.Ф. Гаркавого. Вдячні одесити в назвах своїх вулиць увічнили пам'ять видатного хірурга М.І. Пирогова, біолога І.І. Мечникова, хіміка-органіка О.В. Богатського, фізика-теоретика М.О. Умова. У різні роки тут працювали О.О. Ковалевський, І.М. Сеченов, В.І. Липський, Г.К. Боресков, М.Д. Зелінський, Л.В. Писаржевський, М.Г. Крейн. Кожен із них був не лише авторитетним ученим, а й основоположником нових напрямів у науці, засновником усевітньо відомих наукових шкіл у галузях теоретичної фізики, термодинаміки, епідеміології, морської біології, фізіології, терапії, зоології, офтальмології і тканинної хірургії, фізичної, аналітичної, органічної та біоорганічної хімії, каталізу, функціонального аналізу та ін.

У своїй діяльності Центр спирається передусім на академічні установи Південного регіону. Слід, однак, зазначити, що Національна академія наук представлена тут невеликою їх кількістю, до того ж вони нерівномірно розподілені в межах адміністративних областей. У Херсонській та Миколаївській областях працює лише по 2 академічні установи, у Одеській — 10. Здебільшого вони виконують особливу, невиробничу і в чомусь навіть специфічну функцію.

У Південному регіоні розташовані заповідні ніші південноукраїнської біосфери, що зберігають біорізноманіття чорноморських берегів, а також відкривають й оберігають їхні історичні цінності. Це Дунайський



Корпуси Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України (м. Миколаїв)

біосферний заповідник (Одеська область), Національний історико-археологічний заповідник «Ольвія» (Миколаївська область), Чорноморський біосферний заповідник (Херсонська область). Їхніми базовими науково-методичними центрами є Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України і Херсонська гідробіологічна станція. Знахідки з розкопок Одеської філії Інституту археології НАН України поповнюють безцінні реліквії старовини в унікальному Одеському археологічному музеї. В Одеській області розташовано також четверте антенне поле «Уран-4» всесвітньо відомого радіотелескопа Радіоастрономічного інституту НАН України. Одеське відділення гідроакустики Морського гідрофізичного інституту НАН України, виконуючи специфічні наукові спостереження для своєї

головної установи, водночас наполегливо намагається застосувати свої можливості на практиці. На основі методики акустичних коливань воно розробляє для медицини методи консервації куюальницької грязі; створює методику горизонтального акустичного променевого зондування для виявлення перспективних районів запасу метану на шельфі Чорного моря тощо.

Однак оригінальних інноваційних розробок ПНЦ завжди очікує від двох потужних академічних установ — Фізико-хімічного інституту ім. О.В. Богатського (м. Одеса) та Інституту імпульсних процесів і технологій (м. Миколаїв).

Чисельність співробітників академічних установ Південного регіону не перевищує 1000 осіб. З цього приводу зауважимо, що чисельність працівників вищих навчальних закладів III–IV рівня акредитації, яких в Одеській області — 18, у Миколаївській — 4, у Херсонській — 3, значно перевищує кількість співробітників академічних установ. Тому цілком логічним вважаємо зближення позицій НАН України та МОНмолодьспорт України щодо зміцнення і розвитку взаємозв'язків, у результаті чого набув чинності Статут ПНЦ із подвійним підпорядкуванням — НАН України та МОНмолодьспорт України. Згідно з Указом Президента України від 15.12.99 р. № 1573/99 та спільним наказом НАН України та МОН України від 25.04.2001 р. № 347/107 визначено розподіл основних повноважень між НАН України та МОНмолодьспорт України щодо забезпечення діяльності регіональних наукових центрів: НАН України здійснює кадрове та матеріально-технічне забезпечення, а також базове бюджетне фінансування центрів, а МОНмолодьспорт України — цільове фінансування актуальних для регіонів України науково-технічних програм, проекти яких розробляють регіональні наукові центри. Зазначений наказ схвалив основні принципи організації та діяльності обласної науково-координаційної ради регіонального наукового центру, а також перелік базових наукових установ і вищих навчальних

закладів, на які покладено фінансово-господарське забезпечення діяльності обласних науково-координаційних рад. На сьогодні в Південному регіоні такими є: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв) і Херсонський національний технічний університет.

Ще одним етапом зближення академічної та університетської науки в Південному регіоні та зміцнення авторитету Центру стало його підключення до порядку створення спеціалізованих учених рад у вищих навчальних закладах і наукових установах, підпорядкованих МОНмолодьспорт України або НАН України. Сьогодні Центр спільно з вищими навчальними закладами та установами НАН України систематично контролює діяльність спеціалізованих учених рад щодо виконання ними вимог нормативно-правових актів із питань присудження наукового ступеня доктора і кандидата наук. Відповідно налагоджено органічні відносини Центру з Радами ректорів вищих навчальних закладів III–IV рівня акредитації в Одеській, Миколаївській та Херсонській областях. З 2002 р. під патронатом Центру щорічно виходять друком спільні збірники наукових праць, у яких відображено важливі досягнення наукових установ Південного регіону в галузі фундаментальних і прикладних досліджень та інноваційної діяльності. У 2011 р. Центр підготував уже 3-й випуск колективної праці «Інновації — Південному регіону».

Створивши в Одесі Раду керівників галузевої науки, ПНЦ спростив взаємозв'язок із цим сектором науки, який до здобуття Україною незалежності був вагомим науковим осередком у місті і який за минулі 20 років майже без будь-якого контролю з боку місцевої влади зазнав значних скорочень, приватизації, ліквідації і т.д.

Здійсненню просвітницької діяльності, підвищенню інтелектуального потенціалу Південного регіону, а також широкому застосуванню в ньому ефективних наукових розробок сприяє і добре налагоджена співпраця Центру з Одеським інноваційно-інформаційним центром «ІНВАЦ». Така взаємодія дає змогу проводити науково-практичні конференції та семінари, публікувати їхні матеріали й тези, брошури та збірники наукових праць, колективні монографії і рекламні проспекти. Особливо слід відзначити спільне проведення щорічних виставок науково-технічних досягнень регіональної науки з висвітленням їхньої роботи у засобах масової інформації та традиційним нагородженням переможців до Дня науки.

Підбиваючи підсумки, слід зауважити, що створення Південного наукового центру сприяло пошуків міжвідомчого науково-технічного співробітництва на півдні України, більш широкому розгортанню комплексних наукових, науково-організаційних і науково-технічних робіт завдяки активізації всього наявного в регіоні науково-технічного потенціалу задля розвитку місцевого господарства, його базових галузей і підприємств; залученню найкращих наукових кадрів Національної академії наук України й усієї держави. Подальша діяльність Центру буде підпорядкована вирішенню нових завдань, пов'язаних із глибокою структурною перебудовою й реорганізацією всього народного господарства регіону та його науково-технічного потенціалу. Особливу увагу буде приділено також принципово новим джерелам підтримки наукового пошуку в регіоні та забезпеченню його більш ефективної віддачі в умовах посилення зовнішньої і внутрішньої конкуренції в сучасних ринкових відносинах.

УДК [520.8+002.53]:004

І.Б. ВАВИЛОВА, Л.К. ПАКУЛЯК

Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України
вул. Академіка Заболотного, 27, Київ, 03680, Україна

УКРАЇНСЬКА ВІРТУАЛЬНА АСТРОНОМІЧНА ОБСЕРВАТОРІЯ – НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРЕДСТАВНИК У МІЖНАРОДНОМУ АЛЬЯНСІ ВІРТУАЛЬНИХ ОБСЕРВАТОРІЙ

Віртуальні обсерваторії – новітня парадигма інформаційних технологій в астрономії (астроінформаційні технології) – дають можливість створювати бази даних минулих і сьогочасних спостережень, отриманих за допомогою наземних і космічних телескопів, аналізувати й обробляти ці дані. При цьому можна користуватись як програмним забезпеченням первісної обробки даних, так і прикладними програмними пакетами для одержання основних фізичних параметрів досліджуваних небесних об'єктів у режимі безпосереднього доступу. У 2009 р. на з'їзді Української астрономічної асоціації створення Української віртуальної обсерваторії (УкрВО) як національного сегмента Міжнародного альянсу віртуальних обсерваторій (IVOA) було визнано пріоритетним завданням астрономічної науки в Україні на 2009–2015 рр. 19 жовтня 2011 р. Україна зі своїм національним проектом УкрВО набула членства в цій престижній організації. Співробітництво з IVOA не лише сприяє кооперації досліджень у розвитку новітніх астроінформаційних технологій, а й передбачає участь у розподілі обов'язків у спільних міжнародних завданнях, розроблення і виконання нових проектів на національному рівні.

Ключові слова: віртуальні технології (віртуальна обсерваторія), астроінформатика, астрономічні бази даних.

ВСТУП

Віртуальна обсерваторія (ВО) – нова інформаційна технологія в астрономії, що виникла в результаті безпрецедентного прискорення темпів накопичення науковоцінних астрономічних даних, обсяги яких під час виконання масштабних проектів вимірюються петабайтами (Пб) і пов'язані передусім з космічними місіями, що надають величезні і складні за структурою сукупності даних. За деякими оцінками, в найближчі роки швидкість поповнення інформації досягне 2–4 Пб/рік. Крім того, за більш ніж сторічну історію спостережень на наземних інструментах в обсерваторіях світу накопи-

чено величезні архіви даних, найчастіше недоступні користувачам через розрізненість типів астроінформації та відсутність цих матеріалів в оцифрованому вигляді в єдиному віртуальному середовищі. Завдання ефективного використання цих даних потребує розроблення й застосування нового покоління як апаратних (комп'ютерні потужності, накопичувальні пристрої, канали зв'язку тощо), так і програмних засобів (бази даних, інтерфейси, протоколи, стандарти, мови запитів, алгоритми пошуку та ін.).

Окремим складним і найперспективнішим ресурсом отримання нових наукових результатів є поєднане використання архівних (минулих років) і нинішніх проектів спостережень небесних об'єктів. Його реалізація розширює як часову складову астро-

номічного інформаційного простору, що дає можливість зареєструвати події, тривалість розвитку яких перевищує сотні років, так і хвильовий діапазон спостережень об'єктів, що сприяє повнішому розгляду їхньої фізичної сутності. З цього випливає нагальна потреба в розробленні нових підходів до зберігання й оброблення даних.

Сучасні астроінформаційні технології здатні забезпечити сумісне оброблення терабайтних обсягів даних мільйонів небесних об'єктів — комбінації спостережень в усіх діапазонах електромагнітного спектра, що відкриває нові перспективи комплексного дослідження Всесвіту і розуміння астрофізичних явищ. Головна проблема полягає в необхідності приведення архівних матеріалів до вигляду, придатного для використання в процесах сумісного аналізу. Відсутність цих ресурсів — «вузьке місце» астрономії: дані є, а засобів добування з них знань усе ще не вистачає.

Віртуальні обсерваторії пропонують засоби розв'язання цих завдань, але вони не можуть бути сформовані окремою астрономічною установою або навіть країною. Створення ВО є справою міжнародної астрономічної спільноти, що має на меті демократизацію інформації з вільним доступом до неї, у тому числі й до даних суміжних дисциплін, наприклад метеорології, геофізики, астробіології, космічних наук, для встановлення нових взаємозв'язків та обміну методами і технологіями наукових досліджень.

Загальна концепція астрономічної ВО, що обговорювалась на Генеральних асамблеях Міжнародного астрономічного союзу (МАС) з 2000 р., спрямована, з одного боку, на створення прозорого «безшовного зв'язку» між наявними ресурсами інтероперабельних (тобто приведених до стандартизованої форми і придатних для використання в сумісному аналізі) астрономічних даних різних проектів на національному й міждержавному рівнях; з другого боку — на створення зручних засобів зберігання, управління, організації різнорівневого доступу до цих даних одночасно з розробленням ін-

струментів глибокого пошуку науково значущої інформації та її всебічного аналізу на основі оптимальних алгоритмів і методів. Організаційна структура ВО націлена на забезпечення будь-якого провайдера астрономічних даних засобами їх публікації й розповсюдження з використанням реєстрів астрономічних ресурсів і широкого переліку сервісів ВО, що вирішують ці завдання [1].

З мети і завдань ВО випливають кілька чітких вимог, яких має обов'язково дотримуватись кожна організація, що виявила бажання публікувати свої дані за правилами IVOA. Головна вимога — це використання лише тих стандартів, протоколів і форматів подання, зберігання й обміну даними, які розроблені й продовжують удосконалюватися міжнародною спільнотою. Це гарантує коректність і доступність даних для сумісного використання в усіх сервісах ВО. Іншою важливою вимогою є підтримання відкритості даних і вільного обміну як даними, так і програмними продуктами, що розроблені в рамках ВО на некомерційній основі, але з урахуванням пріоритетних прав періоду старту нових проектів. Концепція ВО заснована на використанні сучасних ІТ-технологій оброблення, аналізу й обміну даних, дає змогу уніфікувати петабайтні архіви інформації в кожній країні з метою не тільки їх зберігання, але й активного використання під час створення нових наукових досліджень.

Ідея створення ВО виникла в 1990-х роках у зв'язку з тим, що впродовж ХХ ст. у багатьох обсерваторіях світу було накопичено величезний обсяг астрономічної інформації в результаті фотографічних, ПЗЗ (детектори на основі приладів із зарядовим зв'язком) і спектральних спостережень небесних об'єктів у широкому діапазоні електромагнітного спектра за допомогою наземних і космічних телескопів. Наприкінці 1990-х років було розпочато реалізацію трьох міжнародних проектів з розвитку сучасних підходів до використання астрономічних даних — Astrogrid (Велика Британія), Астрофізична віртуальна обсерваторія (пан'європейський проект) і Національна

віртуальна обсерваторія США. Оскільки в процесі реалізації цих проектів їхня мета й засоби її досягнення (стандарті подання даних і інтерфейсів доступу, програмне забезпечення тощо) збіглися, виникла потреба в розробленні загальних цілей і шляхів створення ВО з глобальними можливостями.

Ідея об'єднання зусиль національних проектів і створення міжнародної ВО дістала підтримку на ХХІV Генеральній асамблеї МАС (Манчестер, серпень 2000 р.), а вже в червні 2002 р. на конференції в м. Гаршинг (ФРН) було створено Міжнародний альянс віртуальних обсерваторій (IVOA, <http://www.ivoa.net>) з метою сприяння міжнародній координації в розвитку прикладних пакетів програмного забезпечення ВО, систем і організаційних структур, що дають змогу використовувати астрономічні архіви. Довгострокова перспектива IVOA – створення єдиної інфраструктури, що дає можливість центрам даних надавати конкурентні або кооперативні послуги. Розробники програмного забезпечення зможуть пропонувати значну кількість сумісних інструментів для візуалізації й аналізу даних, нові інтерфейси. IVOA підтримує обсерваторії, університети, що виступають у рамках ВО як провайдери даних, інформації, обчислювальних послуг, а також як користувачі «всехвильового огляду» Всесвіту, тому архіви ВО мають бути добре документовані й надані користувачам з дотриманням узгоджених форматів і протоколів [2].

Створення національних ВО і членство в IVOA можливі за умови наявності в країні-учасниці великих астрономічних центрів даних або національних астрономічних проектів, що підтримуються на державному рівні. До IVOA на поточний момент входять такі країни, як Австралія, Аргентина, Бразилія, Велика Британія, Індія, Італія, Іспанія, Канада, Китай, Німеччина, Південна Корея, Росія, США, Україна, Франція, Японія та ін., а також об'єднана Європейська віртуальна обсерваторія. Серед архівів астрономічних даних, наданих цими країнами у глобальне користування і включених до мережі

ВО-ресурсів, можна назвати широковідомі сервіси SkyView, SIMBAD, NED, ALADIN, SDC, HyperLEDA.

РОЗВИТОК ЛОКАЛЬНИХ ВІРТУАЛЬНИХ ОБСЕРВАТОРІЙ В УКРАЇНІ

Розвиток локальних ВО в Україні впродовж останнього десятиріччя відбувався в різних напрямках. Щодо створення Української віртуальної обсерваторії (УкрВО) як національного проекту збереження астрономічних даних фотографічних спостережень, виконаних українськими астрономами за більш ніж столітній період (близько 200 000 унікальних астронегативів), проект було розпочато в 2000-х роках, передусім у Головній астрономічній обсерваторії (ГАО) НАН України та НДІ «Миколаївська астрономічна обсерваторія» Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України, а потім він набув розвитку в усіх астрономічних установах України (<http://ukr-vo.org.ua>). Стосовно використання інформації центрів даних космічних місій віртуальна обсерваторія набула розвитку насамперед як проект ВІРГО (Віртуальна рентгенівська і гамма-обсерваторія) на базі Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова НАН України, фізичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, ГАО НАН України (<http://virgo.org.ua/?lang=en&mfc=home>).

Одним із сегментів Світового центру даних (World Data Center) в Україні, що діє на базі НТУУ «Київський політехнічний інститут», є віртуальна обсерваторія з доступом до даних космічної погоди (дані про стан космічного простору, що нас оточує, від геосфери до геліосфери, <http://wdc.org.ua/en/geoinformatics>).

Оскільки головною метою IVOA є міжнародна координація співробітництва в рамках інтеграції віртуальних обсерваторій, IVOA визначає і регулярно оновлює так звану «дорожню карту розвитку» інфраструктури, необхідної для сумісності національних ВО (зокрема, відкритість ресурсів, моделі даних, протоколи доступу до них,

мережі й мережеві сервіси, безпека, семантика, мови запитів, візуалізація даних). Співробітництво IVOA здійснюється завдяки щорічним міжнародним зустрічам, семінарам, телеконференціям з різної тематики.

19 жовтня 2011 р. на засіданні виконавчого комітету IVOA в м. Пуна (Індія) Україна набула членства в цій престижній міжнародній організації. Ця подія стала можливою завдяки проведенню значної попередньої роботи астрономами України, що працюють з ВО, та виконанню обов'язків, які взяла на себе Україна.

Умовами членства в Альянсі є:

- створення і подальший розвиток ВО на національному рівні, в тому числі прийняття рішення щодо організаційних принципів національної ВО на державному рівні;
- підтримання повністю відкритого обміну технічними засобами і сумісне відкрите користування програмним забезпеченням;
- участь у визначенні й оцінюванні міжнародних стандартів ВО і протоколів;
- підтримання відкритого доступу до астрономічних даних та інформаційних ресурсів на національному/міждержавному рівні;
- реєстрація даних та інформаційних сервісів у такий спосіб, щоб вони могли бути визначені й використані ВО інших країн.

Концепцію ВО, запропоновану IVOA та його членами, було «персоніфіковано» для УкрВО у зв'язку з її індивідуальними характеристиками: УкрВО виникла і продовжує розвиватися на базі архівів астроінформації, накопиченої в астрономічних обсерваторіях України з 1890-х років.

МЕТА УКРАЇНСЬКОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ

Головним завданням УкрВО є [1, 2]:

- створення відкритого електронного реєстру українських астрономічних ресурсів у стандартах IVOA (далі УРАР);
- створення об'єднаного електронного архіву даних фотографічних, ПЗЗ і спектральних спостережень небесних об'єктів (далі – ОЦА, об'єднаний цифровий архів астрономічних даних УкрВО);

- створення інформаційної системи управління і доступу до реєстру ресурсів і ОЦА, що об'єднає засоби адміністрування УРАР і взаємозв'язаних/об'єднаних баз астрономічних даних, пошукові інтерфейси для віддалених користувачів, онлайн-сервіси аналізу й оброблення даних, засоби доступу до інструментів зарубіжних ВО, засоби навчання методів роботи з інструментарієм ВО, забезпечення загальноукраїнської інфраструктури розміщення астрономічних даних обсерваторій в Інтернеті тощо;

- розроблення власних стандартів оцифрування й обміну даними на етапі перехідного до ресурсу ВО періоду та впровадження стандартів IVOA на завершальному етапі для забезпечення процесу гомогенізації розрізнених спостережних архівів як складових створюваного ОЦА УкрВО;
- організація широкого доступу до астроінформаційних ресурсів УкрВО на національному та міжнародному рівнях;
- визначення перспектив і напрямів подальшого розвитку УкрВО;
- розвиток українських астрономічних освітніх ресурсів.

Астрономічні дослідження в Україні проводять у Головній астрономічній обсерваторії НАН України, Кримській астрофізичній обсерваторії, Радіоастрономічному інституті НАН України, астрономічних обсерваторіях (АО) національних університетів Києва, Львова, Одеси, Сімферополя, Харкова та Ужгорода, Миколаївській астрономічній обсерваторії, Полтавській гравіметричній обсерваторії, Міжнародному центрі астрономічних і медико-екологічних досліджень (сел. Терскол, Кабардино-Балкарія, РФ) та інших установах (<http://ukr-vo.org.ua>). Спостереження за небесними об'єктами в АО у ХХ ст. велися на численних інструментах, упродовж різних періодів часу, в рамках широкого кола наукових програм, у тому числі космічних місій, і їхні дані мають на сьогодні різний ступінь готовності до переведення в стандарти IVOA, що зумовлює різноманіття і нинішню гетерогенну структуру астроінформаційного ресурсу УкрВО. Зважаючи

на ці обставини, резолюцією VIII з'їзду Української астрономічної асоціації (УАА) від 26 червня 2009 р. створення і розвиток УкрВО було визначено як пріоритетний напрям астрономічних досліджень в Україні в 2009–2015 рр. А для об'єднання зусиль у досягненні цієї мети було вирішено створити консорціум обсерваторій України – власників унікальних багаторічних «архівних колекцій» спостережень, що становлять національне астрономічне надбання України.

ОРГАНІЗАЦІЙНА СКЛАДОВА УКРАЇНСЬКОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ

Членство обсерваторій у консорціумі є добровільним і передбачає, що кожна організація, з огляду на мету і концепцію УкрВО, бере на себе зобов'язання підготувати архіви спостережень згідно з формою, яка дає змогу вбудувати їх у загальну структуру даних УкрВО. Для підготовки концепції й вирішення першочергових завдань УкрВО на з'їзді УАА було створено робочу групу, до складу якої ввійшли представники 14 орга-

нізацій – членів консорціуму УкрВО, а головною організацією УкрВО визначено ГАО НАН України (www.mao.kiev.ua, www.ukrvo.org). Створена робоча група діє як координаційний комітет УкрВО. До консорціуму УкрВО входять установи різного підпорядкування (див. рис.):

- НАН України – Головна астрономічна обсерваторія (ГАО НАНУ), м. Київ; Міжнародний центр астрономічних і медико-екологічних досліджень (МЦАМЕД), м. Київ – сел. Терскол (Кабардино-Балкарія, Росія); Радіоастрономічний інститут (РІ НАНУ), м. Харків;
- Державного агентства з питань науки, інновацій та інформатизації України – НДІ «Миколаївська астрономічна обсерваторія» (МАО), м. Миколаїв;
- Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України – НДІ «Кримська астрофізична обсерваторія» (КрАО), смт. Науковий, АР Крим; Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка (АО КНУ), м. Київ; Астрономічна обсерваторія Львівського



Організаційна складова УкрВО

національного університету імені Івана Франка (АО ЛНУ), м. Львів; Астрономічна обсерваторія Миколаївського національного університету ім. В.О. Сухомлинського (АО МНУ), м. Миколаїв; НДІ «Астрономічна обсерваторія» Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова (АО ОНУ), м. Одеса; НДІ астрономії Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна (ІА ХНУ), м. Харків; лабораторія космічних досліджень Ужгородського національного університету (УжНУ), м. Ужгород; кафедра вищої математики Одеського національного морського університету (ОНМУ);

- приватного підпорядкування — Андрушівська астрономічна (народна) обсерваторія, м. Андрушівка Житомирської обл. Також до УкрВО залучено представників аматорських астрономічних організацій України.

НАУКОВА СКЛАДОВА УКРАЇНСЬКОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ

Ядром наукового астроінформаційного ресурсу УкрВО є створюваний об'єднаний цифровий архів астрономічних даних, отриманих в обсерваторіях України в результаті спостережень різних небесних об'єктів в оптичному, УФ-, радіо- і гамма-діапазонах електромагнітного спектра, та інформаційна система управління доступом до даних. Крім того, основною складовою стане переведена в стандарти ВО інформація про каталоги і бази даних небесних об'єктів, створені в обсерваторіях України [3], про монографії й підручники з астрономічної та суміжної тематики, написані астрономами України, а також про статті, надруковані в наукових часописах, що видавалися обсерваторіями України за всі роки їх існування. Остання обставина є досить важливою з огляду на те, що численні багаторічні публікації в астрономічних виданнях України недостатньо представлені в міжнародному інформаційному бібліосередовищі (ADS, SIMBAD, NED та ін.), що, у свою чергу, свідчить про те, що інформація стосовно спостережень небесних об'єктів, наведена в журналах минулих років, які не ввійшли до міжнародних баз да-

них, взагалі не відома міжнародній спільноті [3].

Концептуальне наповнення науково-астроінформаційної складової УкрВО:

- об'єднаний архів даних фотографічних спостережень небесних об'єктів, збережений у скляних архівах (склотеках) обсерваторій України з 1890 р. по 1990-ті рр., що налічує понад 250 тис. астронегативів;

- об'єднаний архів ПЗЗ-спостережень небесних об'єктів з початку 1990-х років;

- об'єднаний архів спектральних спостережень небесних об'єктів (в оптичному, УФ-, радіо- і гамма-діапазонах), розпочатих з 1940-х років;

- архів даних космічних місій, у постановленні й обробленні результатів яких брали участь обсерваторії України;

- каталоги і бази даних, створені в обсерваторіях України з початку їх діяльності;

- науково-освітній ресурс, створений астрономами України, — бібліографічна інформація (монографії й підручники, а також статті, опубліковані в усіх журналах України, що видавалися обсерваторіями за період їх діяльності, онлайн-лекції та семінари, спостереження небесних об'єктів за допомогою інтернет-телескопів тощо);

- сайт УкрВО (<http://ukr-vo.org.ua>, у подальшому — портал УкрВО як національний модуль у рамках IVOA), що забезпечує доступ до ОЦА УкрВО і містить відповідне програмне забезпечення УкрВО (інтерфейси користувача, протоколи обміну даних, формати даних IVOA, ґрид-банки даних УкрВО з ВО-інструментами пакетів оброблення й аналізу цих даних); створення порталу УкрВО має також супроводжуватись організацією інтерфейсу доступу до всіх міжнародних баз даних і каталогів, програмного забезпечення оброблення й аналізу даних, розробленого міжнародною астрономічною спільнотою для широкого використання професійними астрономами й аматорами.

Коротку інформацію про сучасний стан архівів фотографічних (у тому числі спектральних) і ПЗЗ-спостережень наведено в таблиці.

НАУКОВІ НАПРЯМИ

Астроінформаційний ресурс архівів спостережень УкрВО

| Організація – член УкрВО | Астроінформація (тип, кількість) | Роки спостережень | Небесні об'єкти спостережень | Ступінь готовності архіву для УкрВО |
|--------------------------|--|-----------------------------------|--|---|
| ГАО НАНУ | Платівки ~85 000 | 1949–1999 | Галактики, квазари, змінні зорі, розсіяні зоряні скупчення, фундаментальні зорі, комети, малі планети, ШСЗ; програми ФОН, МЕГА | Каталогізовано, створено базу даних, онлайн-доступ |
| | ПЗЗ 16 000 | 2001–2003 | Зоряні поля з ICRF-об'єктами | Не каталогізовано, не систематизовано |
| | Платівки (спектри) 1 440 | 1976–1981, 1984, 1985, 1989, 1990 | Сонце (активні утворення) | Систематизовано, 60% оцифровано |
| Миколаївська АО | Платівки ~200 | 1929–1931 | Зоряні поля, малі тіла Сонячної системи | Каталогізовано, база даних, онлайн-доступ |
| | Платівки 8405 | 1961–1999 | Зоряні скупчення, зодіакальні зорі, малі планети, комети | Каталогізовано, база даних, онлайн-доступ до частини архіву |
| | ПЗЗ 23 300 | 1986–2009 | Зоряні поля, фундаментальні зорі, малі тіла Сонячної системи | Каталогізовано; систематизовано, онлайн-доступ до частини архіву |
| КрАО | Платівки 23 500 Тел. кадри 98 000 Спектри 13 260 | 1909–1999 | Тіла Сонячної системи, змінні зорі, дифузні туманності, зоряні поля, подвійні зорі, галактики, квазари | Систематизовано, частково каталогізовано, онлайн-доступ до частини архіву |
| АО КНУ | Платівки 200 | 1898–1916 | Фундаментальні зорі, Нова 1916 р., Місяць, Сонце | Каталогізовано, база даних, локальний доступ |
| | Платівки >20 000 | 1945–1996 | Фундаментальні зорі, розсіяні зоряні скупчення, квазари, Місяць, Сонце | Систематизовано близько 4 500 платівок |
| АО ЛНУ | Платівки ~160 | 1939–1945 | Змінні зорі, малі тіла Сонячної системи | Каталогізовано, база даних, онлайн-доступ |
| | Платівки ~8 000 | 1946–1976 | Нові та змінні зорі, покриття зір Місяцем, комети, малі планети, змінні зорі | Каталогізовано, база даних, онлайн-доступ |
| АО ОНУ | Платівки ~10 000 «Сімейська колекція» | 1909–1953 | Малі планети | Систематизовано, каталогізовано |
| | Платівки старої колекції 10 000 | 1945–1956 | Змінні зорі, комети, малі планети, ШСЗ, квазари | Систематизовано |
| | Колекція платівок 7-камерного астрографа 84 000 | 1957–1998 | Змінні зорі, комети, малі планети, ШСЗ, квазари | 10% каталогізовано, онлайн-доступ |
| ОНМУ | ПЗЗ (отримані на 6 закордонних телескопах) | 2004, 2007–2011 | Змінні зорі | Систематизовано, онлайн-доступ |
| РІ НАНУ | Радіоспектри | | Позагалактичні джерела північного неба в декаметровому діапазоні | Каталогізовано, систематизовано, онлайн-доступ |
| УжНУ | Платівки | 1970–1995 | Геостационарні ШСЗ | Каталогізовано |
| | ПЗЗ | 1971–2010 | Криві блиску для 170 ШСЗ | Каталогізовано, доступна електронна версія |

НАУКОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ
АСТРОІНФОРМАЦІЙНОГО РЕСУРСУ
УКРАЇНСЬКОЇ ВІРТУАЛЬНОЇ ОБСЕРВАТОРІЇ

Поставлені завдання потребують створення ВО-орієнтованого програмного забезпечення. Серед напрямів його розроблень можна виділити насамперед створення веб-сервісів для функціонування УРАР у галузі забезпечення провайдером публікації даних у форматах ВО, пошуку відповідних джерел інформації, в тому числі міжнародних реєстрів даних, пошуку інформації в ОЦА, її аналізу та візуалізації, інтеграції з програмним забезпеченням IVOA, а також спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення окремих завдань наукових досліджень. Такі завдання нині вирішуються (програмний пакет CoLiTec для пошуку нових малих планет Сонячної системи), зокрема разом зі співробітниками Харківського національного університету радіоелектроніки (ХНУРЕ), ГАО та Національного центру управління та випробувань космічних засобів Державного космічного агентства України [3, 4].

Розпочато роботу зі створення масових зоряних каталогів на базі ОЦА. Оцифрування цих архівів і поточні програми ПЗЗ-спостережень, які здійснюють у МАО та в ГАО НАН України, разом з розробленим програмним забезпеченням для калібрування оцифрованих зображень і опрацювання зоряних полів з численними об'єктами дають можливість скласти зоряні каталоги для величезної кількості (до мільйонів) зір з максимально можливою для таких спостережливих програм точністю. На основі оцифрованих архівів чотирьох обсерваторій — ГАО НАН України, Миколаївської АО, Київської та Львівської АО — створено прототип ОЦА УкрВО, в якому реалізовано сумісний доступ до баз даних і відпрацьовуються методи й засоби керування значними інформаційними потоками.

Іншим перспективним напрямом використання УкрВО, як інструменту астрономічних досліджень, є вивчення змінних зір, що надають багатий матеріал для розуміння фізичних процесів у Всесвіті. Використання з

цією метою сукупних архівних даних, отриманих упродовж значного проміжку часу, дає змогу зафіксувати й оцінити явища, розвиток яких відбувається періодично з постійними періодами або регулярно з досить довгими рядами спостережень. Дослідження змінних зір з використанням ПЗЗ-спостережень і фотографічних архівів даних активно виконують у КрАО та АО ОНУ.

Потужним астроінформаційним ресурсом є результати спектральних спостережень як небесних об'єктів Сонячної системи, так і позагалактичних джерел, зокрема в радіодіапазоні, отримані за допомогою радіотелескопів УТР-2 в декаметровому та РТ-22 в сантиметровому та міліметровому діапазонах довжин хвиль, які зберігаються відповідно в Радіоастрономічному інституті НАН України та КрАО.

Серед інших завдань — створення каталогів зоряних полів, у яких реєструються потужні гамма-спалахи; використання спектральних баз даних спалахів сонячної активності для дослідження сонячно-земних зв'язків; відкриття нових змінних зірок та їх дослідження; створення каталогів зображень галактичних і позагалактичних об'єктів з урахуванням архівів УкрВО; складання гомогенних каталогів зображень малих планет Сонячної системи. Важливим є також створення програмного забезпечення для вирішення завдань дослідження великомасштабної структури Всесвіту, зокрема з використанням програмних продуктів IVOA для вивчення фізичної природи небесних об'єктів у всіх ділянках електромагнітного спектра [3, 4].

Серед напрямів розроблень локального програмного забезпечення УкрВО особливо слід відзначити створення засобів автоматичної реєстрації рухомих небесних об'єктів на фоні зоряного неба з подальшою візуальною перевіркою отриманих результатів, що було протестовано в 2009–2011 рр. за допомогою програми CoLiTec. Перевірку роботоздатності цієї програми виконано на базі Андрушівської астрономічної обсерваторії і російської обсерваторії ISON-NM дистанційного керування (штат Нью-Мексико, США). Завдяки цій програмі в Андрушівській обсерваторії

вже відкрито понад 100 астероїдів. Використання програми в обсерваторії ISON-NM не лише дало можливість значно збільшити кількість знайдених нових астероїдів, а й відкрити нові комети C/2010 X1 (Elenin) і P/2011 NO1, одну малу планету з групи Троянців (2011 QJ9) [4]. Зараз розробники програми CoLiTec працюють над її модифікацією з метою ототожнення небесних тіл на оцифрованих астронегативах УкрВО.

Отже, обсяги та якість науково-інформаційної складової УкрВО, надані у відкритий доступ з інструментами наукового аналізу, забезпечують їй належне місце у всевітній системі астрономічних знань.

ВИСНОВКИ

У червні 2009 р. на VIII з'їзді УАА створення Української віртуальної обсерваторії було визнано пріоритетним напрямом сучасного розвитку астрономії в Україні. Тоді ж було створено робочу групу у складі представників організацій — регіональних членів УкрВО з підготовки концепції УкрВО та розроблення стандартів ВО: С. Андрієвський, І. Андронов, Н. Бондар, І. Вавилова (голова), Н. Вірун, В. Єпішев, Ю. Іващенко, Л. Казанцева, Л. Пакуляк, Ю. Процюк, Т. Сергеева, О. Сергеев, І. Хейфец, О. Шляпников, до якої пізніше приєдналася група В. Саваневича з розроблення програмного забезпечення.

В 2010–2012 рр. дослідження з розвитку УкрВО підтримуються грантом УАА зі створення бази даних астронегативів ОЦА і програмних пакетів УкрВО. Основну підтримку УкрВО одержує з бюджетних програм наукових досліджень в обсерваторіях України — членах консорціуму УкрВО, а також у рамках угод про співробітництво між установами.

На черзі стоїть проведення робіт із внесення об'єднаних фотографічних архівів обсерваторій у складі УкрВО до переліку об'єктів національного надбання України, оскільки за кількісним складом ці архіви посідають третє місце у світі, а за своєю науковою цінністю важливі і для України, і для міжнародної астрономічної спільноти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вавилова І.Б., Пакуляк Л.К., Процюк Ю.И. Украинская виртуальная обсерватория (УкрВО): цель, структура и задачи // Космична наука і технологія. — 2010. — Т. 16, № 5. — С. 62–70.
2. Вавилова І.Б., Пакуляк Л.К., Процюк Ю.И. и др. Украинская виртуальная обсерватория (УкрВО): современное состояние и перспективы развития объединенного архива наблюдательных данных // Космична наука і технологія. — 2011. — Т. 17, № 3. — С. 88–105.
3. Vavilova I.B., Pakulyak L.K., Shlyapnikov A.A. et al. Astrometric resource of the Ukrainian virtual observatory: Joint observational data archive, scientific tasks, and software // Kinematics and Physics of Celestial Bodies. — 2012. — V. 28, N 2. — P. 85–102.
4. Vavilova I.B., Pakulyak L.K., Protsyuk Yu.I. et al. UkrVO Joint Digitized Archive and Scientific Prospects // Baltic Astronomy. — 2012. — V. 21, № 3. — P. 356–365.

Стаття надійшла 14.06.2012 р.

І.Б. Вавилова, Л.К. Пакуляк

Главная астрономическая обсерватория
Национальной академии наук Украины
ул. Академика Заболотного, 27, Киев, 03680, Украина

УКРАИНСКАЯ ВИРТУАЛЬНАЯ
АСТРОНОМИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ –
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ
В МЕЖДУНАРОДНОМ АЛЬЯНСЕ
ВИРТУАЛЬНЫХ ОБСЕРВАТОРИЙ

Статья содержит аналитический обзор основных задач, решаемых с помощью новейших астроинформационных технологий — виртуальных обсерваторий, и важнейших составляющих (организационная, научная, программное обеспечение) национального проекта «Украинская виртуальная астрономическая обсерватория (УкрВО)». Среди этих задач — создание объединенного цифрового архива данных наблюдений, полученных в обсерваториях Украины с 1890-х годов (более 200 тыс. астронегативов), его администрирование, приведение форматов изображений небесных объектов в соответствие с международными стандартами фото- и астрометрической калибровки изображений, разработка локального программного обеспечения для средств автоматической регистрации движущихся небесных объектов на фоне звездного неба, обработки изображений звездных полей, исследований тел Солнечной системы, галактических и внегалактических объектов.

Ключевые слова: виртуальные технологии (виртуальная обсерватория), астроинформатика, астрономические базы данных.

I.B. Vavilova, L.K. Pakuliak

Main Astronomical Observatory
of National Academy of Sciences of Ukraine
27 Akademika Zabolotnogo Str., Kyiv, 03680, Ukraine

UKRAINIAN VIRTUAL ASTRONOMICAL
OBSERVATORY – NATIONAL REPRESENTATIVE
IN THE INTERNATIONAL ALLIANCE
OF THE VIRTUAL OBSERVATORIES

The article provides an analytical overview of the main tasks to be solved by the new astroinformatics technology – virtual observatories – with the accentuating the most important components (organizational, scientific,

software) of the national project «Ukrainian Virtual Astronomical Observatory (UkrVO)». Among them there are the establishment of Joint Digital Archive of the observed data stored at observatories in Ukraine from 1890s (over 200,000 astronegatives), its administration, compliance with international standards for image formats, photometric and astrometric image calibration, the development of a local software for the automatic registration of moving celestial objects against a background of sky, the processing of stellar fields, the study of Solar System bodies, galactic and extragalactic objects.

Keywords: virtual technologies (virtual observatory), astroinformatics, astronomical data bases.

УДК 331.52

І.С. МАРЧЕНКО

Інститут демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи
Національної академії наук України
бульв. Тараса Шевченка, 60, Київ, 01032, Україна

ІНФРАСТРУКТУРНА ПІДТРИМКА РОЗВИТКУ РИНКУ ПРАЦІ

Наукове повідомлення молодого вченого на засіданні Президії НАН України
11 липня 2012 року

У повідомленні розкрито основні світові тенденції розвитку ринку праці. Встановлено, що інфраструктурна підтримка ринку праці дедалі більше впливає на ефективність його функціонування; досліджено зміни, які відбуваються в діяльності організації, що становлять інфраструктуру ринку праці. З'ясовано особливості формування та функціонування системи інфраструктури ринку праці України, висвітлено її переваги та недоліки. Окреслено основні цілі інфраструктурної підтримки ринку праці України.

Ключові слова: ринок праці, інфраструктура ринку праці, зайнятість.

Історичний розвиток суспільства та ринкових відносин заклав підґрунтя для поступових змін у принципах функціонування економічних систем та їхніх елементів. Ринок праці не став винятком: тісно пов'язаний із виробництвом, економічною діяльністю, а отже і ринками товарів і послуг, та соціальними інститутами, він зазнав різючих змін протягом останніх десятиліть.

Для сучасного стану розвитку ринку праці характерні такі процеси:

- збільшення кількості, складність та мінливість інформації, що задіяна під час будь-якої операції на ринку праці (відповідне збільшення трансакційних витрат для його учасників [1]);
- виникнення та розвиток нестандартних форм зайнятості;
- модифікація концепції соціального захисту (комбінація гнучкості на ринку праці

з високим рівнем соціального захисту, так званий підхід «flexicurity»);

- гуманізація сфери праці;
- швидке застарівання навичок і необхідність постійного розвитку робочої сили (запровадження концепції «lifelong learning» – LLL);
- старіння робочої сили (у країнах із розвиненою економікою та в більшості країн – членів СНД);
- зростання мобільності робочої сили;
- подолання наслідків останньої світової фінансово-економічної кризи 2008–2009 рр.

Такий стан речей породжує додаткові виклики для суб'єктів ринку праці та посилює роль інфраструктурних елементів у гармонійному розвитку самого ринку праці.

Поширення інфраструктурної підтримки на всі три стадії обігу робочої сили на ринку праці сприяло розширенню цілей функціонування інфраструктури ринку праці (ІРП). На сьогодні основною тенденцією розвитку ІРП є підтримка нею не тільки процесів на

стадії купівлі-продажу робочої сили, але й процесів на стадіях її відтворення і споживання. Таке ускладнення ролі інфраструктурних елементів зумовлює зміни в діяльності організацій, які становлять інфраструктуру ринку праці, а саме:

- поряд із класичними послугами (підтримка під час пошуку роботи, працевлаштування пошукувачів та підбір персоналу) виникають нові, похідні, послуги (профілювання робочих місць та оцінювання навичок, послуги з навчання, маркетингові дослідження ринку праці, соціальні та бізнес-послуги);
- поширюється стратегічна співпраця з клієнтами, створюються більш персоналізовані набори послуг для різних типів клієнтів;
- розвивається співпраця між державними та недержавними інфраструктурними посередниками;
- відбувається переорієнтація філософії управління в бік «клієнторієнтованого» підходу, що змінює акценти в оцінюванні ефективності діяльності елементів ІРП;
- розвиваються процеси саморегулювання в середовищі приватних посередників на ринку праці.

Слід відзначити, що розвиток інформаційних технологій і комунікацій також багато в чому визначає процеси, які відбуваються в системі ІРП. Так, розвиток соціальних мереж у віртуальному середовищі привів до поширення практики створення позитивного іміджу роботодавця через блогосферу та пошуку кандидатів на вільні робочі місця всередині професійних соціальних мереж. Розширення комунікацій через інтернет-середовище спричинює широке використання корпоративних сайтів, особливо для просування бренду компанії як хорошого роботодавця, посилення спеціалізації job- та HR-сайтів і перенесення посередниками бізнес-процесів у віртуальне середовище. Розвиток мультимедійних технологій і збільшення їх доступності зумовили застосування онлайн-методів для проведення інтерв'ю та оцінювання майбутнього персо-

налу, а також використання відеозасобів для презентації як вакансій, так і пошукувачів роботи. Подальший розвиток спеціалізованого програмного забезпечення сприяв автоматизації більшості бізнес-процесів посередників на ринку праці.

Зазначені зміни не тільки підвищують ефективність самих посередників, а й є суспільно корисними.

Переходячи до розгляду інфраструктури українського ринку праці, відразу зауважимо, що інформаційне забезпечення її діяльності достатнє лише стосовно Державної служби зайнятості та напрочуд незадовільне щодо інших інфраструктурних елементів.

Про нерозвиненість інфраструктурної підтримки українського ринку праці свідчить той факт, що за останні п'ять років понад третина безробітних шукає роботу за допомогою неформальних мереж, а саме — через особисті зв'язки (рис. 1). Що ж до інфраструктурних посередників, то за цей час найбільше послуг надавав державний посередник — Державна служба зайнятості (ДСЗ), яка у 2011 р., за різними оцінками, охоплювала від 25% до 30% українського ринку послуг із працевлаштування [2, 3].

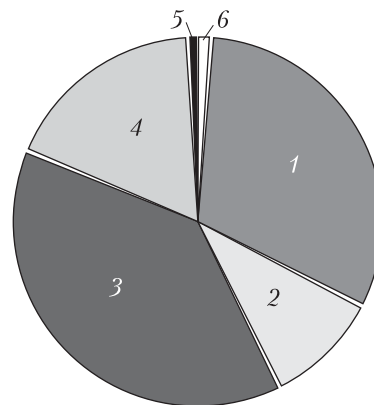


Рис. 1. Розподіл безробітних за способами пошуку роботи в Україні в 2010 р., % [2]: 1 — через Державну службу зайнятості (32%); 2 — зверталися безпосередньо до роботодавця (10%); 3 — через особисті зв'язки (38%); 4 — через пресу (об'яви) (18%); 5 — через приватні фірми з працевлаштування (1%); 6 — інше (1%)

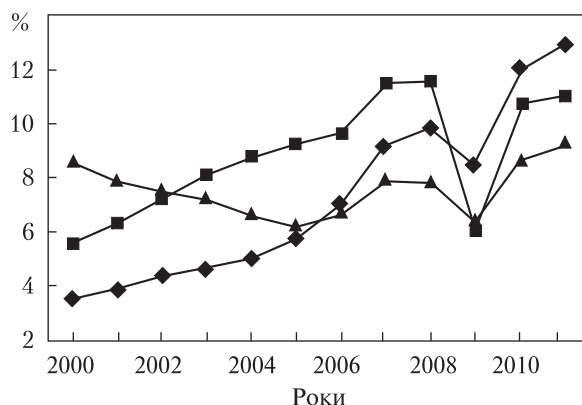


Рис. 2. Рівні охоплення навчанням осіб, що перебували на обліку в ДСЗ, у 2000–2011 рр., % до населення, що перебувало на обліку в ДСЗ; особи, які: ◆ — працювали робітниками; ■ — обіймали посади службовців; ▲ — займали робочі місця, що не потребують спеціальної підготовки, або особи без професії (за даними Державної служби зайнятості України)

Позитивними сторонами діяльності Державної служби зайнятості є розвиненість її мережі, широкий спектр послуг та їх доступність, представлення у віртуальному середовищі, високі показники працевлаштування.

З одного боку, якщо в докризовий період у ДСЗ були проблеми щодо працевлаштування осіб без певної професії, то під час кризи та в посткризові роки на перший план вийшли питання стосовно працевлаштування більш кваліфікованих безробітних — тих, які працювали на посадах службовців, і тих, що мають вищу освіту. З другого боку, 1/5 тих, хто перебуває на обліку у ДСЗ, не має професії, однак рівень охоплення їх навчанням, що є основним важелем для підвищення конкурентоспроможності, залишається найнижчим серед усіх категорій пошукувачів (лише 9,4% у 2011 р.) (рис. 2). Низький також показник залучення безробітних до первинного навчання [4].

Така неузгодженість активних програм політики на ринку праці з наявними суспільними викликами та відсутність зацікавленості у взаємодії з приватними посередниками зменшують ефективність і якість функціонування ДСЗ.

Що ж до приватного сегмента інфраструктурних посередників, то так само, як і ДСЗ, вони надають широкий спектр послуг, активно використовуючи віртуальне середовище та інформаційні технології, що, звичайно, є перевагами в їхній діяльності. Основними негативними тенденціями для цього сектору є: жорстка конкурентна боротьба між учасниками, відсутність мотивації до співпраці та об'єднання зусиль задля покращення роботи галузі в цілому. Дуже проблематично оцінити якість роботи приватного сегмента посередників на ринку праці України. У цілому та невелика кількість проведених досліджень свідчить про низький рівень задоволеності послугами серед клієнтів. Головними причинами такого стану речей є відсутність усталених стандартів діяльності, у тому числі й етичних, та несформоване законодавче забезпечення функціонування ІРП в Україні.

З огляду на виявлені проблеми функціонування ІРП в Україні й загальні світові тенденції для забезпечення гармонійного та сталого розвитку українського ринку праці його інфраструктурна підтримка має бути зорієнтована на досягнення основних чотирьох цілей:

- формування адекватного законодавчого регулювання ІРП;
- розширення інформаційного забезпечення;
- удосконалення функціонування окремих ланок ІРП;
- налагодження співробітництва між різними підсистемами ІРП.

Безперечно, створення законодавчої бази з чітким визначенням послуг, які можуть надаватися на ринку праці, умов їх надання, запровадження обов'язкового ліцензування посередників на ринку праці — необхідні передумови для подальшого розвитку ринку праці в Україні.

Заходи з диверсифікації джерел даних щодо ІРП, удосконалення методики проведення обстеження економічної активності населення та поширення практики оцінювання задоволення клієнтів мають сприяти формуванню максимально повної системи

інформації щодо функціонування ІРП в Україні. Для її окремих ланок пріоритетами розвитку мають стати: для державної — переорієнтація структури витрат у бік збільшення частки витрат на активні заходи політики, спрямованість на підвищення якості робочої сили та задоволення клієнтів (як пошукувачів, так і роботодавців) наданими послугами; для приватних — розвиток самоорганізаційних механізмів (створення асоціацій посередників, розроблення кодексів поведінки та стандартів якості надання послуг). Налагодження дієвих механізмів співробітництва ДСЗ та недержавних посередників (обмін інформацією, спільні проекти тощо) на ринку праці України забезпечить функціонування ІРП як єдиної системи, одночасно сприяючи підвищенню ефективності кожної окремої ланки.

Через постійне зростання темпів і масштабів змін попиту на робочу силу ключову роль у ефективному функціонуванні ІРП починають відігравати не пошук інформації щодо пошукувачів і вакансій, а процеси формування чи зміни пропозиції робочої сили відповідно до поточних та перспективних вимог попиту. Саме концентрація основної уваги на навчанні робочої сили не тільки сприятиме мінімізації негативних наслідків економічної кризи на національному ринку праці, але й стане запорукою його ефективного розвитку в довгостроковій перспективі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Benner Ch.* Labour Flexibility and Regional Development: The Role of Labour Market Intermediaries // *Regional Studies*. — 2003. — V. 37, N 6–7. — P. 621–633.
2. Економічна активність населення України 2010: стат. зб. Державний комітет статистики України. — К.: Держаналітінформ, 2011. — 232 с.
3. Праця в Україні у 2010 році: стат. зб. Державний комітет статистики України. — К.: Держаналітінформ, 2011. — 323 с.
4. Ринок праці України у 2011 році: аналіт.-стат. зб. Державний центр зайнятості Міністерства соціальної політики України. — К., 2012. — 242 с.

И.С. Марченко

Институт демографии и социальных исследований
им. М.В. Птухи
Национальной академии наук Украины
бульв. Тараса Шевченко, 60, Киев, 01032, Украина

ИНФРАСТРУКТУРНАЯ ПОДДЕРЖКА
РАЗВИТИЯ РЫНКА ТРУДА

В сообщении раскрыты основные мировые тенденции развития рынка труда. Установлено, что инфраструктурная поддержка рынка труда все больше влияет на эффективность его функционирования, исследованы изменения, происходящие в деятельности организаций, которые составляют инфраструктуру рынка труда. Раскрыты особенности формирования и функционирования системы инфраструктуры рынка труда Украины, освещены основные ее преимущества и недостатки. Определены основные цели инфраструктурной поддержки рынка труда Украины.

Ключевые слова: рынок труда, инфраструктура рынка труда, занятость.

I.S. Marchenko

Ptuha Institute for Demography and Social Studies
of National Academy of Sciences of Ukraine
60 Tarasa Shevchenka Blvd., Kyiv, 01032, Ukraine

INFRASTRUCTURE SUPPORT
FOR LABOUR MARKET

The major global trends of the labour market are identified in the report. It has been shown that the infrastructure support for labour market increasingly affects the efficiency of labour market performance. The changes that occur in the activities of organizations that compose labour market infrastructure are investigated. The specifics of organization and functioning of the Ukrainian labour market infrastructure are identified; the main advantages and disadvantages of labour market infrastructure are clarified. The basic objectives of infrastructure support for Ukraine labour market are defined.

Keywords: labour market, labour market infrastructure, employment.



Ірина МАРЧЕНКО

*Кандидат економічних наук,
науковий співробітник відділу економіки праці Інституту демографії
та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України.*

У 2006 р. закінчила з відзнакою факультет економіки та менеджменту Житомирського державного технологічного університету і вступила до аспірантури Інституту демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України. 2011 року захистила кандидатську дисертацію на тему

«Інфраструктура ринку праці та напрями її покращення» (науковий керівник — д.е.н. Лісогор Лариса Сергіївна).

Співавтор 3 частин у колективних монографіях та автор 4 наукових статей.

Коло наукових інтересів — інфраструктура ринку праці, активна політика на ринку праці, нестандартна зайнятість, тристоронні трудові відносини.

В.С. ГАВРИЛЕНКО

НАЩАДОК СЛАВНОГО РОДУ

До 100-річчя з дня народження Е.О. Фальц-Фейна

У матеріалі з нагоди 100-річчя від дня народження коротко висвітлено життєвий шлях і діяльність відомого громадського діяча Едуарда Олександровича Фальц-Фейна, нащадка основоположника заповідної справи в Україні Ф.Е. Фальц-Фейна. Особливу увагу приділено тісним зв'язкам Е.О. Фальц-Фейна з батьківщиною, його всебічній підтримці проектів і заходів, що спрямовані на відновлення історичної спадщини біосферного заповідника «Асканія-Нова», та збереження природи загалом.

Формування поглядів історичних особистостей, їхніх вчинків, мотивацій негативних чи позитивних дій, які стали надбанням людства і передаються з покоління в покоління, є живильним джерелом досліджень психологів, істориків, біографів.

Історія дворянського роду Фальц-Фейнів, що дав Росії знаних вівцепромисловців, військових, одного з перших екологів-практиків, основоположника сучасної заповідної справи нашої держави Фрідріха Едуардовича Фальц-Фейна, відома з середини XVIII ст. Принаймні, так свідчать останні, і найбільш достовірні результати дослідження історіографа сім'ї Фальц-Фейнів Б.С. Скадовського.

Видатною постаттю, яка стала відомою в широких колах громадськості у другій половині XX ст., є нинішній патріарх цього роду Едуард Олександрович Фальц-Фейн. Він народився 14 вересня 1912 року у селі Фальц-Фейнове (нині Гаврилівка) Херсонської губернії. Батько — Олександр Едуардович — другий із п'яти синів Едуарда Івановича та Софії Богданівни Фальц-Фейн (Кнауф). Мати — Віра Миколаївна — з відомого роду російських воєначальників Єпанчиних.

Раннє щасливе дитинство в колі люблячих батьків, в аурі музики, квітів, культури спілкування, поїздок до степової оази Аска-



Едуард Олександрович Фальц-Фейн
серед Асканійського степу

нії-Нова було перерване буремними роками революцій, еміграцією, переїздами з батьками через кордони та поневіряннями. Нарівні з російською мовою, в оволодінні якою, як він сам підкреслює, головну роль відіграла мама, і чистоті якої не завадили десятиліття



Масток, у якому народився Е.О. Фальц-Фейн



П'ятирічний Едуард Фальц-Фейн
верхи на олені в Асканії-Нова

проживання за межами Росії, Едуард Олександрович знав німецьку, французьку, англійську та італійську. Це дало йому можливість легко орієнтуватися в будь-якій країні світу, знаходити спільну мову з представниками культури, спорту, науки та дипломатії.

У молоді роки, здобувши агрономічний фах квітникаря, Едуард Олександрович водночас серйозно займався велоспортом — у 1933 р. виборов першість у чемпіонаті Франції. В подальшому освоїв професію репортера, що також сприяло швидкому налагодженню контактів з людьми різних профе-



Е.О. Фальц-Фейн у 30-ті роки

сій, політичних поглядів та віросповідань. Власне, такий широкий спектр особистих уподобань сформував у нього ще у 30-ті роки ХХ ст. риси сучасного європейця. Це дало йому можливість легше переносити життєві негаразди, якими були наповнені тридцяті та сорокові роки.

У 50-ті роки Е.О. Фальц-Фейн всерйоз зайнявся туристичним бізнесом, переїхав до Князівства Ліхтенштейн, де на початку 60-х по сусідству з княжим замком побудував віллу і назвав її «Асканія-Нова». Його пристрасним захопленням були автомобілі. Він стежив за новинками й регулярно оновлював парк своїх стрімких «залізних коней».

Куди б не закидала Едуарда Олександровича доля, він ні на мить не забував свого походження з Херсонщини. Його особливе ставлення до батьківщини інколи викликало нерозуміння з боку емігрантів, які покинули Україну за часів громадянської війни, втратили свою власність і негативно ставились до всього, що відбувалося в тодішньому Радянському Союзі. З роками ностальгія за

батьківщиною ставала все сильнішою, і Едуард Олександрович почав замислюватися, шукати шляхи її відвідування.

Бажанню повернутися сприяло поступове проникнення на захід інформації про те, що одна з маєтностей Фальц-Фейнів — Асканія-Нова — стала об'єктом державної уваги і розбудовується в дусі задумів його знаменитого дядька Фрідріха Едуардовича Фальц-Фейна. Адже вже у 1919 році Асканію-Нова було спочатку оголошено Першим державним народним парком «Чаплі», а в 1921 р. — перейменовано на Перший державний степовий заповідник. Змінена назва не прижилася, і навіть на обкладинках наукових видань цієї установи в дужках продовжували писати «Асканія-Нова».

Незважаючи на територіальні зміни та структурні реорганізації, що відбувалися в Асканії-Нова у 30-ті, 60-ті та 90-ті роки минулого століття, три складові частини заповідного комплексу — заповідний степ, дендрологічний і зоологічний парки — набули подальшого розвитку. Якщо за часів фундатора Фрідріха Едуардовича Фальц-Фейна у 1898 р. було заповідано 600 га степу, то на середину 60-х років його площа вже становила 11054 га і була найбільшою в Європі заповідною степовою ділянкою. Дендрологічний парк, закладений у 1887 р. на площі 28 га, на початку 70-х років ХХ ст. становив понад 160 га, а зоопарк з напіввільним утриманням тварин із 100 га розрісся до 23 кв. км.

Всесвітньо відомий німецький дослідник дикої природи Бернхард Гржимек, відвідавши у 60-х роках Асканію-Нова, широко розрекламував цей «ноїв ковчег» у західній пресі. В уяві барона Фальц-Фейна (цей титул Едуард Олександрович отримав від князя Ліхтенштейнського) спливали спогади дитинства: поїздки на конях, верхи на ручному олені, прогулянки серед дрохв, павичів та фазанів. Дорогу на батьківщину відкрила йому участь в олімпійському русі (Едуард Олександрович був головою Олімпійського комітету Князівства Ліхтенштейн) і сприяння у здобутті Радянським Союзом права на проведення Олімпіади-80 у Москві.



Е. Фальц-Фейн із князем Ліхтенштейнським Хансом Адамом II



Родовий герб Фальц-Фейнів

Допомогли також особисте знайомство і дружні стосунки з метром української науки Борисом Євгеновичем Патонем. Взагалі Едуард Олександрович, з притаманною йому надзвичайною енергійністю, легко долав владні перепони, домагаючись зустрічей з керівниками відомств різних країн, монархами, прем'єр-міністрами, президентами. Нерідко вони самі шукали спілкування з ним.

Едуард Олександрович — одна з особистостей, що поєднує покоління двох тисячоліть, а



Е. Фальц-Фейн у Президії НААН України
з Б. Патоном та Р. Белодєдом

його життєвій мудрості, такту, вмінню вести переговори можуть позаздрити найкращі дипломати. Недарма на віллі «Асканія-Нова» у Вадуці, як колись у Фрідріха Фальц-Фейна в херсонській Асканії-Нова, завжди можна зустріти відомих людей.

Наділений від природи тонким гумором і красномовністю, Едуард Олександрович може годинами розповідати про знатні роди, які свого часу були змушені залишити батьківщину, ким вони стали в поколіннях еміграції, а також відверто згадувати про перипетії власного життя. Географія його стосунків — мешканці всіх континентів, за винятком хіба що Антарктиди.

Із розпадом Радянського Союзу Едуард Олександрович однаково толерантно ставиться до процесів, що відбуваються як в Україні, так і в Росії, і намагається хоча б чимось допомогти у розвитку демократичних механізмів. Він щиро переймається перебігом подій на території України. Його напрям громадської діяльності — розвиток спортивних, культурних і туристичних зв'язків між народами, а також збереження природи.

Едуард Олександрович зазвичай з гордістю демонструє родовий герб, в основі якого — голова коня Пржевальського. Саме завдяки організованій у 1899 р. його дядьком експедиції до Джунгарської Гобі в Асканію-Нова

було доставлено перших у Європі коней Пржевальського. Їхня поява тут стала поштовхом до організації зоопарками Європи та Америки наступних експедицій, що в подальшому відіграло ключову роль у збереженні виду. Через 100 років можна беззаперечно стверджувати, що вкладені Фрідріхом Едуардовичем Фальц-Фейном інвестиції у проект збереження коня Пржевальського наприкінці XIX ст. реалізувались поверненням цього виду назад, у природу Монголії, після повного його зникнення. Дізнавшись, що в Радянському Союзі готується проект з репатріації виду до Монголії, Едуард Олександрович жваво зацікавився його втіленням. У 1990 р. він відвідав черговий конгрес з збереження коня Пржевальського в Берліні, де познайомився з провідними науковцями та ентузіастами, що брали участь у міжнародних проектах.

Згодом Е.О. Фальц-Фейн прибув до Асканії-Нова. Весна 1990 року вразила його квітучими килимами степових трав, гомінливими зграями птахів та стадами копитних тварин, що вільно паслися серед неосяжних просторів. Одночасно прибула делегація із зоопарку Сан-Дієго, науковці якого разом з асканійськими вченими завершували розшифрування геному коня Пржевальського. Родовід асканійських коней Пржевальського є ключем для вирішення питання про походження тварин цього виду, які утримувалися у зоопарках світу. Тож Едуард Олександрович ще більше зацікавився підготовкою експедицій різними зоопарками.

Найбільш вдалим виявився радянсько-голландсько-монгольський проект, де головну роль мав відіграти саме Радянський Союз: безкоштовно передати 8 коней Монголії та доправити цих тварин від Асканії-Нова до Улан-Батора. Після розпаду СРСР Росія, як правонаступниця країни в міжнародних питаннях, припинила підтримку проекту і Україна залишилася сам на сам з проблемою повернення виду в дикую природу. Скориставшись конкуренцією двох проектів — українсько-голландського та українсько-німецького, — вдалося домовитися з Фон-

дом коня Пржевальського Нідерландів про фінансування цієї програми західними країнами.

Експедиції розпочалися 5 червня 1992 р. у Всесвітній день охорони навколишнього природного середовища, а вже 7 червня коней Пржевальського було випущено у спеціально підготовлені вольєри в резерватах Хустайн-Нуру за 100 км від Улан-Батора та в резерваті Тахі-Таль за 1000 км від столиці, біля кордону з Китаєм.

Через два тижні в Асканію-Нова завітав Е.О. Фальц-Фейн. Милуючись табуном коней Пржевальського і слухаючи розповідь про вдалі експедиції з перевезення коней до Монголії, він раптом запитав, що мають з цієї експедиції голландці Інга та Ян Боумани та німець Христіан Штауфер Освальд, які витратили тисячі доларів на фрахтування літаків та спорудження вольєрів у Монголії. Почувши, що вони продовжують справу Фрідріха Фальц-Фейна, який заклав зоопарк і дендропарк, заповідав в Асканії-Нова степ і ім'я якого тепер навіки записане в історію, Едуард Олександрович глибоко замислився, а потім заявив, що адміністрація заповідника завтра має назвати валютний рахунок установи. «Я хочу Вам допомогти! Мені весь час кажуть: чому Ви їдете до них, вони ж у Вас все забрали. А я не такий. Я перегорнув цю сторінку історії».

Відтоді він двічі підтримував реконструкцію садиби засновника заповідника під музей природи Таврії, екологічний фонд «Відроджений степ», профінансував переклад і видання книги В. Фальц-Фейна «Асканія-Нова», передав заповіднику фотодокументи, репродукції картин, а також власний архів до Херсонського державного архіву. На його кошти замовлено і встановлено в Асканії-Нова пам'ятник засновнику заповідника Фрідріху Фальц-Фейну. До 2000 р. він щороку приїздив до України та Асканії-Нова, зустрічаючись з населенням, встановлюючи пам'ятні дошки в усіх колишніх маєтностях Фальц-Фейнів та близьких родичів. Його радо вітали як пересічні громадяни, так і представники органів місцевого самовряду-



Після вручення державної нагороди з Президентом Л.Д. Кучмою

вання. Двері, в які так довго стукав патріарх роду Фальц-Фейнів, нарешті відчинилися.

Щоразу, приїжджаючи до України, Е.О. Фальц-Фейн домагався зустрічей з Президентами країни — Л.Д. Кучмою та В.А. Ющенком, а також іншими високопосадовцями. У Національній академії наук України та Національній академії аграрних наук України він завжди був не лише баганим гостем, а й радником з міжнародних питань. Маючи величезне коло знайомих і відповідне міжнародне визнання, він виступав як посередник у складних питаннях міжнародного співробітництва, що виникають у процесі розбудови незалежної держави.

Необхідність набуття Україною незалежності Едуард Олександрович підкреслював особливо. Як приклад наводив такі маленькі держави, як Ліхтенштейн, Люксембург чи Бельгію. Чому ж одна з найбільших у Європі націй ніяк не може досягти поступу в європейському спрямуванні розвитку? З повагою ставлячись до Російської Федерації, до якої в Едуарда Олександровича не менше

симпатій, ніж до України, оскільки його мати походила з роду відомих російських військових Єпанчиних, а дідусь був начальником Пажеського корпусу в Санкт-Петербурзі, в питаннях державотворення в Україні він завжди акцентував увагу на необхідності розбудови самостійної держави.

За значний внесок у налагодження зв'язків нашої держави з діловими колами Західної Європи, а також активне сприяння і фінансову підтримку у відновленні історичної спадщини біосферного заповідника «Асканія-Нова» Едуард Олександрович Фальц-Фейн нагороджений орденами «За заслуги» I, II і III ступенів та орденом князя Ярослава Мудрого V ступеня.

Не менш значущою є його особиста заслуга в тому, що 2 квітня 1994 р. за клопотанням вченої ради біосферного заповідника і рі-

шенням Кабінету Міністрів України до назви установи, що вже на той час мала статус природоохоронної науково-дослідної міжнародного значення, було додано «імені Ф.Е. Фальц-Фейна». Едуард Олександрович таки домігся того, щоб прізвище його роду було не лише повністю реабілітоване в очах сучасного покоління, а й підняте до міжнародного рівня.

З нагоди 100-річного ювілею не можна не висловити глибокої вдячності цій видатній особистості, яка словом і ділом підтримує тісні зв'язки з первістком заповідної справи нашої держави — біосферним заповідником «Асканія-Нова» імені Ф.Е. Фальц-Фейна, та побажати йому здоров'я, побиття рекордів довголіття, збереження бадьорості й сили, подальшої гуманітарної співпраці на землі пращурів.

К.М. СИТНИК

УЗАГАЛЬНЮВАЛЬНИЙ ПОГЛЯД НА ЖИТТЯ В ГІДРОСФЕРІ

Рецензія на книгу О.О. Протасова

«Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии»

К.: Академперіодика, 2011.

Дослідження життя у водному середовищі є важливим у найрізноманітніших аспектах. По-перше, життя походить саме з гідросфери й існує в ній набагато довше, ніж на суходолі. По-друге, гідросфера як середовище є найбільшою ареною життя на планеті. По-третє, людина повністю залежна від біологічної продукції гідросфери та чистої питної води. Автор монографії «Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии» тією чи іншою мірою торкається цих та багатьох інших проблем. Загалом книга не лише солідна за обсягом, а й дуже багатопланова, насичена фактичним матеріалом і теоретичними положеннями.

О.О. Протасов своєю працею зробив істотний внесок до скарбниці знань про життя у водному середовищі. Слід підкреслити, що його дослідження — не лише багате джерело фактичного матеріалу, а й огляд сучасних концепцій, теорій та міркувань щодо загальнобіологічних і загальноекологічних проблем. На цих проблемах варто спинитися докладніше.

Автор насамперед окреслює гносеологічне поле науки гідробіології. Перша частина книги присвячена саме розгляду зв'язків гідробіології з іншими науковими дисциплінами. Наскрізним у монографії є твердження про те, що гідробіологія — це не «мокра версія» зоології, ботаніки чи екології, а самостійна наука високого рівня. Логіка автора є такою: життя, згідно з сучасними поглядами, зародилося в гідросфері і тривалий період все населення біосфери складалося тільки з гідробіонтів. Згодом життя опанувало й

суходіл, але умови існування у цих двох головних середовищах планети суттєво різняться. Особливості існування в гідросфері пов'язані з головним компонентом середовища — водою, яке автор, за В.І. Вернадським, називає біокосним тілом. Гідросфера в усій своїй товщі населена різноманітними формами життя. Автор поділяє біологію, як загальну науку про життя, на дві — гідробіологію та атмобіологію. З цим можна сперечатися, однак ідея змушує замислитися над корінними засадами біологічної науки. Нині ведеться чимало дискусій про екологію, центральною ідеєю якої є зв'язок організмів та їхніх угруповань із середовищем існування,



але мало хто розмірковує про ці зв'язки на найвищих рівнях організації біосфери.

Очевидно, виходячи з цієї логіки, О.О. Протасов звертається до вчення В.І. Вернадського про біосферу і живу речовину. Тому й гідробіологія трактується автором як наука про структуровану живу речовину в гідросфері. Дослідник діалектично розглядає основні функції живої речовини, подаючи її як щось інтегроване, і підкреслює, що реально існують живі організми, значення яких у біосфері неістотне, проте в сукупності вони й виконують усі специфічні функції живої речовини. Слід зауважити, що навряд чи хто з гідробіологів підходив до розгляду цієї науки з таких позицій.

Дискусійними, але дуже цікавими й важливими є міркування автора, що стосуються зв'язків гідробіології та екології. Популярність останньої багато в чому не пішла на користь цій науці, оскільки значною мірою знизила чіткість цілей і завдань, необхідну для кожної науки точність дефініцій, логічну окресленість парадигми. О.О. Протасов не зводить гідробіологію до «екології гідросфери», а, використовуючи системний підхід, показує, що ці науки мають чимало спільного, багато в чому споріднені, однак не замінюють одна одну.

Друга частина книги присвячена історії життя в гідросфері. Автор відходить від традиційного погляду на гідробіологію як науку тільки про сучасне життя в гідросфері. Він робить спробу розглянути життя в його еволюційній складності. Цікавим є не лише опис розвитку життя на Землі з погляду гідробіолога, а й ідеї дослідника щодо еволюційного процесу. Наприклад, інтерес становить його висновок про те, що життя в біосфері розвивається як шляхом збагачення таксонів, так і формуванням великого і збалансованого різноманіття.

Слід зазначити, що Олександр Олексійович широко використовує системний підхід. Так, четверта частина, присвячена розгляду гідросфери як середовища життя, не є традиційним переліком екологічних чинників. Це огляд двох досить різних систем — океаносфери та водойм поверхневого стоку. Загалом ця частина монографії містить чимало важливої й цікавої інформації.

Неординарним є підхід О.О. Протасова до висвітлення проблеми «організм у водному середовищі, організм-гідробіонт». У третій частині автор широко знайомить читача з колосальним розмаїттям живих організмів — від вірусів до хребетних тварин. Він показує, що це розмаїття діалектично «згортається» до більш обмеженого різноманіття екоморф, життєвих форм, що відкриває зовсім новий погляд на структуру життя в гідросфері. Таку концепцію здебільшого покладено в основу розгляду екологічних груп гідробіонтів — планктону, бентосу тощо (в шостій частині книги).

Досить важливими для формування загальноекологічних поглядів щодо організації життя в біосфері є наступні дві частини монографії. Вони також поєднані концепцією системності: угруповання є системою зв'язків між організмами, що входять до складу біокосної екосистеми. Проте автор іде далі, він об'єднує близькі за своїми структурно-функціональними характеристиками екосистеми в сім біомів гідросфери. Такий підхід торкається вже філософських питань — проблеми окремого й цілісного в системі біосфери.

Взагалі О.О. Протасов має наукову сміливість вдаватися до аналізу глобальних питань. У розділі «Мегабіологія гідросфери» за мільярдами тонн біомаси постає рухлива, динамічна, справді жива речовина за В.І. Вернадським, і це послідовне висвітлення ідей біосфери є значною заслугою автора рецензованої праці.

Завершуються «Очерки по общей гидробиологии» історичною частиною. В інформативній формі хронологічної таблиці наведено увесь шлях розвитку значного і важливого розділу біологічної науки.

Монографія «Жизнь в гидросфере» залишає позитивне враження завдяки не лише цікавій і насиченій інформації в галузі гідробіології, а й багатьом концепціям загальнобіологічного плану. Стиль викладу матеріалу дає можливість рекомендувати її не тільки як глибоку наукову монографію, а й як посібник для молоді — студентів, аспірантів, які мають бажання пізнавати основні закономірності життя гідросфери зокрема та організації життя на Землі загалом.

**80-річчя академіка НАН України
І.Д. ВОЙТОВИЧА**



Ігор Данилович Войтович народився 13 вересня 1932 р., у с. Телелинці Вінницької області. Після закінчення з відзнакою в 1956 р. радіотехнічного факультету Львівського політехнічного інституту впродовж трьох років працював у Науково-дослідному інституті керувальних обчислювальних машин — нині АО «Імпульс» (м. Сєверодонецьк), де брав участь у розробленні оперативної пам'яті.

Подальша наукова діяльність Ігоря Даниловича нерозривно пов'язана з Інститутом кібернетики АН УРСР (нині Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України). Починаючи з 1981 р., він працює завідувачем відділу, який нині має назву «Сенсорні пристрої, системи та технології безконтактної діагностики».

У 1965 р. І.Д. Войтович захистив кандидатську, а в 1980 р. — докторську дисертацію, у 1988 р. здобув звання професора. У 1995 р. його було обрано членом-корес-

пондентом, а 2009 року — академіком НАН України.

Наприкінці 50-х — на початку 60-х років Ігор Данилович для першої в країні напівпровідникової ЕОМ «Дніпро» розробляв оперативну пам'ять і керував впровадженням її у серійне виробництво. За його участі було створено запам'ятовувальний пристрій в ЕОМ для первинного оброблення інформації. З 1962 р. він працює в галузі надпровідникової електроніки і з цієї проблематики захистив кандидатську і докторську дисертації.

Нині сфера наукових інтересів І.Д. Войтовича значно розширилася. Він успішно проводить дослідження й розробляє системи і технології реєстрації, оброблення і відображення надслабких сигналів, портативні інтелектуальні сенсорні прилади для діагностики в медицині, біології й екології, а також продовжує роботи з надпровідникової електроніки та мікроелектронних елементних структур.

Досліджуючи елементні структури обчислювальної техніки, аналізуючи робочі області елементів логіки, пам'яті й перетворювачів форми інформації з урахуванням їхніх характеристик із можливими відхиленнями, рівня завод, отримано критерії роботоздатності та визначено вимоги до мікроелектронної технології. У процесі розроблення технологічних методів було підготовлено основу для реалізації схмотехнічних рішень. Уже перші результати цієї роботи дали змогу створити надійні запам'ятовувальні пристрої для згаданих вище напівпровідникових ЕОМ.

І.Д. Войтович запропонував багато нових підходів до конструювання елементів ЕОМ,

випередивши закордонних науковців на 4–10 років. Він обґрунтував нові принципи побудови запам'ятовувальних пристроїв, у тому числі з можливістю використання частково дефектних мікросхем, запропонував і реалізував сукупність методів моделювання перехідних процесів в схемах, визначення розмірів робочих областей, оцінювання ефективності резервування та інші.

Ігор Данилович Войтович – відомий український учений у галузях надпровідникової електроніки, приладобудування, інформатики. Під його керівництвом і за безпосередньої участі розроблено теорію і техніку побудови елементів і пристроїв надпровідникової електроніки, створено й впроваджено у виробництво надчутливі комплекси для реєстрації, оброблення і відображення надслабких магнітних сигналів. Особисто й у співпраці з очолюваним ним колективом він розробив схемотехнічні і технологічні основи побудови елементів і пристроїв на надпровідникових квантових інтерферометрах (СКВІДах). Під керівництвом І.Д. Войтовича створено 7-канальний магнітокардіографічний комплекс, який завдяки застосуванню оригінальних методів оброблення сигналів має високу завадозахищеність і дає змогу працювати в приміщенні звичайної клініки без екранувальної камери. Комплекс встановлено в Інституті кардіології ім. М.Д. Стражеска АМН України і Головному військовому клінічному госпіталі. Спільно з лікарями обстежено понад 2000 пацієнтів і відпрацьовано методики ранньої діагностики найбільш поширених і небезпечних захворювань серця.

Завдяки поєднанню досліджень цифрової техніки, методів моделювання та мікроелектронних технологій обґрунтовано, досліджено і реалізовано новий принцип перетворення вимірюваного надслабкого сигналу на частоту релаксаційних коливань СКВІДа.

На основі імпульсно-релаксаційного магнітометра, який свого часу на Лейпцігському ярмарку здобув Золоту медаль, під керівництвом І.Д. Войтовича нині створюють систе-

ми й іншого призначення. Зокрема, спільно з Інститутом медицини праці АМН України було виконано дослідження щодо неінвазійного визначення вмісту сполук заліза в різних органах людини, що надає інформацію про загальний стан організму, а також про вплив на нього довкілля й умов праці. За проектом Українського науково-технологічного центру (УНТЦ) створено і випробувано на лабораторних тваринах СКВІД-магнітометричну систему для керованого транспортування магнітних наночастинок в організмі як носіїв ліків і впливу на організм піддослідних тварин токсичних речовин. Останні експериментальні дані, отримані спільно з Інститутом медицини праці, можна розглядати на рівні відкриття.

Паралельно з дослідженнями схемотехніки Ігор Данилович працює над мікроелектронними плівковими технологіями. Він запропонував кілька винаходів, на основі яких було реалізовано технологічні методи виробництва. Наприклад, метод виготовлення тунельного бар'єра без розриву вакууму, метод планаризації в багат шарових структурах. І тільки через кілька років американські й японські фахівці розробили аналогічні технології. Особливо ефективними виявилися розроблені І.Д. Войтовичем із співробітниками спосіб виготовлення поруватих плівок і метод анодної спектроскопії для кількох типів інтелектуальних сенсорів. Це портативні прилади для неінвазійного вимірювання гемоглобіну і кровонаповнення в живих тканинах, дослідження стану мікроциркуляторної ланки кровообігу й пульсових хвиль у кровоносних судинах, діагностики стану рослин і довкілля, портативні прилади на основі поверхневого плазмонного резонансу для біохімічних досліджень і контролю якості харчових продуктів, прилад для визначення концентрації газів та інші.

Світові досягнення в цій галузі Ігор Данилович узагальнив у монографіях: «Інтелектуальні сенсори» (2007, у співавторстві; яку 2009 року перевидано в Росії як підручник) і «Сенсори на основі плазмонного резонанса: принципи, технологии применения».

Високий рівень наукових праць колективу, очолюваного І.Д. Войтовичем, та активна науково-організаційна діяльність Ігоря Даниловича значною мірою сприяють тому, що Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України в зазначених сферах наукових досліджень посідає передові позиції й ефективно співпрацює з багатьма вітчизняними та зарубіжними організаціями. Спонсорська допомога західних країн дала змогу створити і впровадити найсучасніший магнітокардіографічний комплекс. Для ознайомлення з роботами відділу, яким завідує Ігор Данилович, до Києва приїздять науковці із багатьох країн світу. Відповідно на запрошення іноземних наукових центрів І.Д. Войтович останнім часом виголосив наукові доповіді в Китаї, Великій Британії, Німеччині, Південній Кореї. В Інституті автоматичної Китаю йому було присуджено звання почесного професора.

Ігор Данилович вдало поєднує наукову роботу з активною науково-організаційною та науково-педагогічною діяльністю. Ще наприкінці 70-х років він заснував науковий семінар із проблем надпровідникової електроніки і біомагнетизму, що проходив упродовж 20 років і роботу якого було відновлено з 2007 р. Він згуртував навколо своїх досліджень потужний висококваліфікований колектив. У 1981 р. його було перетворено на науковий відділ і дотепер Ігор Данилович незмінно керує ним.

І.Д. Войтович був членом кількох наукових рад АН УРСР і АН СРСР, експертної ради ВАК. Сьогодні він член Наукової ради Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 12 років поспіль головує в спеціалізованій ученій раді із захисту докторських дисертацій цієї установи, член Асоціації «Technologic-Transfer Netz» (Німеччина). Впродовж свого наукового життя він підготував 4 доктори і 16 кандидатів наук. Загальний доробок Ігоря Даниловича становить понад 330 наукових праць, у тому числі 3 монографії, підручник, 200 статей та 80 винаходів.

Заплідну наукову й науково-організаційну діяльність І.Д. Войтовича нагороджено ювілейними медалями, Грамотами Президії НАН України, Грамотою Президії Верховної Ради УРСР, Почесною грамотою Кабінету міністрів України, Почесною грамотою Міністерства освіти і науки України. У 2003 р. йому присвоєно звання «Заслужений діяч науки і техніки України». У 2007 р. за створення нових систем і технологій реєстрації, оброблення і відображення інформації Ігореві Даниловичу у складі наукового колективу присуджено Державну премію України в галузі науки і техніки, а в 2008 р. присвоєно звання «Винахідник року НАН України».

Наукова громадськість, колеги, учні й друзі щиро вітають Ігоря Даниловича з ювілеєм, бажають йому міцного здоров'я, наснаги і нових наукових звершень.

- Дослідники з Гамбурзького технічного університету та Кільського університету імені Крістіана Альбрехта створили найлегший у світі твердий матеріал — аерографіт.
- Учені під керівництвом нобелівського лауреата Костянтина Новосьолова зафіксували процес самовідновлення структури графену.
- Група учених із Університету Коннектикуту розробила дешеву систему детектування раку на основі вуглецевих нанотрубок.

НАЙЛЕГШИЙ У СВІТІ ТВЕРДИЙ МАТЕРІАЛ

Ще донедавна найлегшим твердим матеріалом вважали аерогель густиною 1 мг/см^3 , який на 99,9% складається з повітря. NASA використовувала його в космічних місіях для збирання зразків кометного пилу.

Восени минулого року Тобіас Шедлер (T. Schaedler) з колегами із HRL Laboratories (США) запропонували спосіб одержання нового матеріалу з умовною назвою металева мікрогратка (metallic microlattice) (Schaedler T.A. et al. *Science*, 2011, 334(6058), 962, doi: 10.1126/science.1211649). Його структура являє собою регулярно розміщені металеві трубки, що перетинаються. Матеріал було отримано за допомогою нікель-фосфорного покриття правильної полімерної ґратки. Щільність металевої мікрогратки ($0,9 \text{ мг/см}^3$) виявилася дещо меншою за густину аерогелю. Однак утримувати пальму першості серед найлегших цьому матеріалу судилося недовго.

Група німецьких учених із Гамбурзького технічного університету (Technische Universität Hamburg) і Кільського університету імені Крістіана Альбрехта (Christian-Albrechts-Universität zu Kiel) створила аерографіт — новий матеріал, який тепер претендує на звання найлегшого твердого матеріалу — його щільність становить менш як $0,2 \text{ мг/см}^3$ (Mecklenburg M. et al. *Adv. Mater.*, 2012, 24(26), 3486, doi: 10.1002/adma.201200491).

Аерографіт складається з тривимірної сітки порожнистих вуглецевих мікро- і нанотрубок, а надзвичайно низька щільність матеріалу дає змогу стискувати його в 1000 ра-

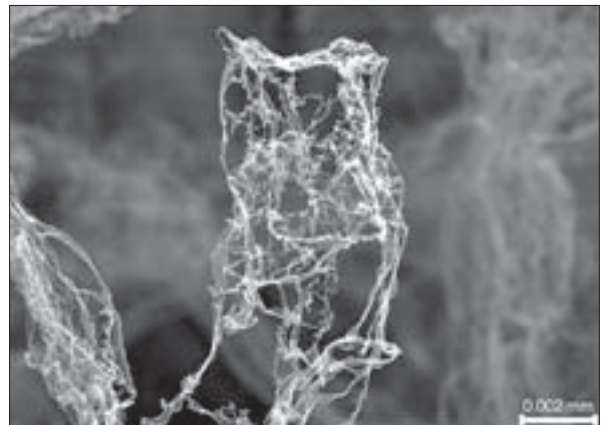


Фото з сайту www.newscientist.com

зів, після чого він відновлює свою початкову форму. Порівняно з аерогелем аерографіт може витримувати в 35 разів більше навантаження. Крім того, він є провідником, що в майбутньому, можливо, виявиться корисною властивістю для створення на його основі надлегких і надтонких батарей.

Учені відкрили цей матеріал під час досліджень тривимірних зшитих вуглецевих структур. Аерографіт вирощували в ході одностадійного процесу з використанням оксиду цинку як шаблону, що дає можливість утворюватися блокам аерографіту різної форми об'ємом кілька кубічних сантиметрів. Зовні аерографіт має вигляд чорної, оптично непрозорої речовини. Якщо стиснути його в руці, він нагадує чорну губку.

Чи планується комерційне застосування аерографіту, а також якою буде його вартість, у статті не повідомляється.

Джерело: <http://www.newscientist.com>

«САМОЛІКУВАННЯ» ГРАФЕНУ

Графен вважають перспективним матеріалом для багатьох галузей промисловості. Зокрема, минулого року дослідники компанії IBM повідомили (Lin Yu-M. et al. *Science*, 2011, 332(6035), 1294, doi: 10.1126/science.1204428), що вони виготовили першу інтегральну схему на основі графену. Нині дослідження в цьому напрямі тривають у багатьох країнах світу, оскільки графенові технології уможливають роботу електронних пристроїв на високих частотах. Очікують також, що графен зможе замінити платину в паливних елементах і стати майже ідеальним фільтром для опріснення морської води.

Однак проблема полягає в тому, що одержати графен у промислових масштабах поки що не вдається. У процесі вирощування лист графену спонтанно згортається в неплоскі структури, захоплюючи атоми інших речовин і втрачаючи свої унікальні властивості.

Британські дослідники під керівництвом нобелівського лауреата Костянтина Новосьолова зафіксували процес спонтанного відновлення дірок у графені. Препринт статті (Zan R. et al., arXiv:1207.1487) доступний на сайті Корнельського університету (Cornell University). Автори, спрямовуючи пучок електронів, утворювали дірки в одноатомному шарі вуглецю, а потім за допомогою електронної мікроскопії спостерігали за ними впродовж кількох годин.

Подальший розвиток подій залежав від хімічного складу середовища кожного конкретного зразка. Якщо в ньому містилися іони паладію або нікелю, то вони утворювали комплекси з атомами вуглецю на внутрішніх краях дірок. За високої концентрації атомів металу дефекти мали тенденцію розширюватися завдяки зростаючому дестабілізуючому впливу паладію/нікелю на краї дірок. У разі низької концентрації металу та наявності у зовнішньому середовищі вуглецю крайові атоми графену виявляли здатність формувати нові зв'язки, які «зашивали» дефект. Дірки затягувалися без будь-якого втручання і через деякий час зникали.

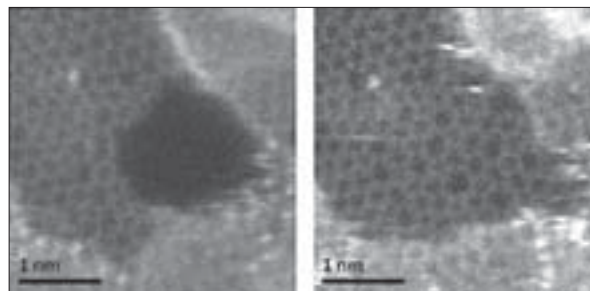


Фото з сайту www.technologyreview.com

При цьому, якщо в оточенні графену вуглець перебував у формі вуглеводнів, дірки закривалися переважно групами з п'яти, шести або семи атомів вуглецю. У шар вбудовувався вуглець, ковалентні зв'язки якого раніше були зайняті воднем. Структури з атомів вуглецю, утворені на місці дірок, були лише графеноподібними, але не графеновими. Інакше кажучи, вони не були чітко шестигрунтовими, а тільки приблизно такої форми.

Якщо ж у середовищі поряд з графеном у момент його самовідновлення містився чистий атомарний вуглець, то дефекти «заліковувалися» ідеальними шестичленними циклами, що притаманні власне графену.

Отже дефекти, що виникли у процесі одержання графену, можна досить легко усунути, просто додаючи атомарний вуглець в оточення графенової матриці.

Із цієї роботи випливає ще один важливий висновок: якщо первинну затравку графену помістити в середовище з чистим атомарним вуглецем, то за звичайних температури і тиску, без будь-яких додаткових енерговитрат він самостійно ростиме, стійко відтворюючи властиву йому структуру. Таким чином, графен можна отримувати не лише за допомогою стандартної процедури відшаровування, а й безпосереднім нарощуванням на затравці одношарового кристала.

У дослідників попереду ще багато невирішених проблем: як швидко відбуваються такі процеси, чи можна їх контролювати з потрібною точністю та надійністю, чи виявиться такий спосіб виробництва графену практичним і доцільним.

Джерело: <http://www.technologyreview.com>

ДЕТЕКТОР РАКУ
НА ОСНОВІ НАНОТРУБОК

Дослідницька група під керівництвом Джеймса Раслінга (James F. Rusling) з Університету Коннектикуту (University of Connecticut) розробила дешевий мікрорідинний прилад для детектування раку порожнини рота (Malhotra R. et al. *Anal. Chem.*, 2012, doi: 10.1021/ac301392g). Учені використали сенсор, що складається з щільно упакованих вуглецевих нанотрубок, покритих наночастинками золота.

За словами авторів, прилад може бути легко адаптований для виявлення інших форм онкологічних захворювань.

Тести, проведені на зразках від 78 пацієнтів, які страждають на різні форми раку, і 49 осіб із контрольної групи, показали, що прилад має клінічну чутливість на рівні 89% і специфічність близько 98% при детектуванні раку порожнини рота.

Незважаючи на те що інші дослідницькі групи також працюють над розробленням аналітичних методів, які дають обнадійливі результати щодо виявлення біомаркерів у крові пацієнтів з раком порожнини рота, всі вони, за словами Джеймса Раслінга, засно-

вані на дорогих технологіях і потребують тривалого оброблення зразків.

Одним із найдостовірніших способів онкодіагностики є виявлення так званих онкомаркерів — речовин, що виділяються пухлиною в процесі росту. Мікрорідинний прилад здатен одночасно фіксувати чотири протеїни у надзвичайно низьких концентраціях. Разом це забезпечує надійну діагностичну картину раку порожнини рота. Магнітні кульки, кожна з яких вкрита 120 тис. молекул антитіл, можуть захоплювати навіть слідові кількості специфічних біомаркерів і вилучати їх із зразка крові. Потім магнітні частинки інжектуються в пристрій, де вони рухаються над сенсорними елементами. Зміна електричного сигналу кожного сенсора відповідає концентрації в крові певного білка.

Автори стверджують, що вся процедура триває не більш як 50 хвилин. Одноразовий сенсорний чип на вуглецевих нанотрубках коштує близько 9 \$, а пристрої зчитування електричних сигналів і мікронасоси — менш ніж 26 000 \$. Це дає змогу використовувати такий метод діагностування в будь-якій біомедичній лабораторії.

Джерело: <http://nano.cancer.gov>

НАШІ АВТОРИ

Базєєв Євген Трифонович — кандидат технічних наук. Провідний науковий співробітник Інституту технічної теплофізики НАН України

Басок Борис Іванович — член-кореспондент НАН України. Заступник директора з наукової роботи Інституту технічної теплофізики НАН України

Вавилова Ірина Борисівна — кандидат фізико-математичних наук. Завідувач лабораторії астроінформатики Астрокосмічного інформаційно-обчислювального центру Головної астрономічної обсерваторії НАН України

Гавриленко Віктор Семенович — кандидат біологічних наук. Директор Біосферного заповідника «Асканія-Нова» ім. Ф.Е. Фальц-Фейна НАН України

Долінський Анатолій Андрійович — академік НАН України. Директор Інституту технічної теплофізики НАН України

Кордюк Олександр Анатолійович — член-кореспондент НАН України. Завідувач відділу надпровідності Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України

Лабунська Ольга Броніславівна — молодший науковий співробітник Південного наукового центру НАН України і МОНмолодьспорт України

Марченко Ірина Сергіївна — кандидат економічних наук. Науковий співробітник відділу економіки пра-

ці Інституту демографії та соціальних досліджень ім. М.В. Птухи НАН України

Осава Ейджі — президент NanoCarbon Research Institute Limited (Японія)

Пакуляк Людмила Казимирівна — кандидат фізико-математичних наук. Старший науковий співробітник відділу астрометрії Головної астрономічної обсерваторії НАН України

Патон Борис Євгенович — академік НАН України. Президент Національної академії наук України

Ситник Костянтин Меркурійович — академік НАН України. Почесний директор Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України

Хуторна Лілія Вячеславівна — науковий співробітник Південного наукового центру НАН України і МОНмолодьспорт України

Хуторной Олексій Михайлович — кандидат хімічних наук, доцент. Директор Південного наукового центру НАН України і МОНмолодьспорт України

Чекман Іван Сергійович — член-кореспондент НАН України. Завідувач кафедри фармакології та клінічної фармакології Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця

ДО УВАГИ АВТОРІВ

«Вісник Національної академії наук України» широко висвітлює діяльність НАН України, основні проблеми організації та координації фундаментальних і прикладних наукових досліджень, повідомляє про досягнення наукових колективів та окремих учених. Журнал публікує найважливіші постанови Президії НАН України, рішення про нагородження, премії та призначення, інформацію про широкомасштабні наукові та науково-організаційні заходи НАН України.

Редакція журналу приймає до розгляду аналітичні статті з актуальних питань розвитку науки та інноваційної діяльності, огляди про сучасний стан і перспективи досліджень з найважливіших галузей природничих, технічних і суспільних наук як в Ук-

раїні, так і в світі, а також наукові повідомлення. Важливо, щоб у рукопису було чітко визначено актуальність проблеми, її значущість, окреслено шляхи її розв'язання, об'єктивно та неупереджено проаналізовано наявні альтернативні варіанти. Вузко-спеціалізовані статті та статті про рядові дослідження, що не становлять загальнонаукового інтересу і не містять значущих висновків, не приймаються до розгляду. Редакція не повертає відхилені рукописи.

У журналі друкуються також матеріали, що висвітлюють питання наукознавства, історії науки і техніки, діяльності окремих наукових шкіл, інформаційні повідомлення про ювілейні, пам'ятні та визначні події наукового життя, рецензії на нові книги тощо.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

Рукопис статті українською мовою (формат doc або docx) та окремо файли рисунків або фотографій (формати JPEG, EPS, TIFF високої якості) надсилаються в електронному вигляді на адресу:

visnyk@nas.gov.ua.

Обсяг статті не повинен перевищувати 30, а огляду — 50 тисяч знаків.

До редакції необхідно також надати:

два роздруковані примірники рукопису, що підписані всіма авторами; два примірники договору про передачу авторських прав з підписами всіх авторів;

відомості про авторів (прізвище, ім'я, по батькові, посада та науковий ступінь, місце роботи, телефон, поштова та електронна адреси);

супровідні листи від усіх організацій, де працюють співавтори статті.

СТРУКТУРА РУКОПISУ СТАТТІ АБО ОГЛЯДУ

- індекс УДК (PACS);
- ініціали та прізвища авторів;
- назви організацій, де виконано роботу, та їхні поштові адреси;
- анотація українською мовою обсягом до 15 рядків, в якій необхідно чітко відобразити мету, об'єкт і методи дослідження проблеми, основні висновки;
- ключові слова (не більше десяти);
- текст статті разом з таблицями і рисунками;
- рекомендовано використовувати рубрикацію роботи, вказуючи заголовки; текст рукопису (шрифт Times New Roman 14 пт) друкується через 1,5 інтервалу на сторінках формату А4;
- перелік посилань;
- авторський переклад англійською та російською мовами заголовка статті, ПІБ авторів, назв організацій та їхніх адрес, анотації та ключових слів.

CONTENTS

| | |
|---|----|
| OFFICIAL SECTION | |
| From the Conference Hall of NAS Presidium (11 July 2012) | 3 |
| FORUMS | |
| Regular Session of the Council of International Association of the Academies of Sciences | 10 |
| INNOVATIVE DEVELOPMENT | |
| B.E. Paton, A.A. Dolinsky, B.I. Basok, Ye. T. Bazeyev. State Target Program (Draft) of Municipal Heat and Power Engineering Modernization in 2012–2016 – Innovative Basis of Technological Update of Ukrainian Settlements Heat Supply Systems | 14 |
| ARTICLES AND REVIEWS | |
| Firsthand About Fullerenes | 29 |
| Eiji Ōsawa. Looking Back the Most Beautiful Molecule C ₆₀ after Quarter Century of Discovery | 30 |
| PEOPLE OF SCIENCE | |
| I.S. Chekman. Richard Smalley and Famous «Ten September Days» | 39 |
| SCIENTIFIC REPORTS | |
| A.A. Kordyuk. Iron Based High Temperature Superconductors: Prospects and Research (Scientific Report at NAS Presidium Meeting 11 July 2012) | 46 |
| REGIONAL SCIENCE CENTERS | |
| O.M. Khutornoy, O.B. Labunska, L.V. Khutorna. Southern Science Center under NAS and MES of Ukraine | 52 |
| SCIENTIFIC TRENDS | |
| I.B. Vavilova, L.K. Pakuliak. Ukrainian Virtual Astronomical Observatory – National Representative in the International Alliance of the Virtual Observatories | 64 |
| YOUNG RESEARCHERS | |
| I.S. Marchenko. Infrastructure Support for Labour Market (Scientific Report of Young Researcher at NAS Presidium Meeting 11 July 2012) | 74 |
| EVENTS | |
| V.S. Havrylenko. Descendant of Renowned Family (to 100 th Anniversary of E.A. Falz-Fein) | 79 |
| CRITIQUES | |
| K.M. Sytnyk. Generalizing Look at Life in Hydrosphere (Critique of O.O. Protasov's Book «Life in Hydrosphere. Essays in General Hydrobiology») | 85 |
| CONGRATULATIONS | |
| 80 th anniversary of NAS academician I.D. Voytovych | 87 |
| SCIENCE NEWS | 90 |

Засновник — Національна академія наук України
вул. Володимирська, 54, Київ, 01601, Україна

Видавець — Видавничий дім «Академперіодика» НАН України

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ № 8923 від 1 липня 2004 р.

Редактори:

С.О. ВЕРБИЧ, Л.Є. КАНІВЕЦЬ, А.О. ЧЕПИЛЕНКО

Адреса редакції:

Вісник НАН України,
вул. Терещенківська, 3, Київ, 01601, Україна

тел./факс (38044) 234-71-18

E-mail: visnyk@nas.gov.ua

Електронна версія — на сайті НБУ ім. В.І. Вернадського НАН України:
www/nbu.gov.ua/portal/all/herald/index.html

Технічний редактор *Т.М. Шендерович*

Комп'ютерне верстання *Н.П. Яременко*

Підписано до друку 06.09.2012. Формат 84 × 108/16. Папір офсетний № 1.
Друк офсетний. Гарн. Петербург. Ум. друк. арк. 9,87. Обл.-вид. арк. 9,87.
Тираж 395 пр. Зам. 3378.

Друкарня Видавничого дому «Академперіодика» НАН України
вул. Терещенківська, 4, Київ, 01004, Україна

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи серії ДК № 544 від 27.07.2001

© Президія Національної академії наук України, 2012