



КОШЕЧКО

Вячеслав Григорович – академік НАН України, віцепрезидент НАН України, голова Наукової ради Програми



ПАВЛШУК

Віталій Валентинович – академік НАН України, заступник голови Наукової ради Програми

ПРО ВИКОНАННЯ ЦІЛЬОВОЇ ПРОГРАМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ «НОВІ ФУНКЦІОНАЛЬНІ РЕЧОВИНИ І МАТЕРІАЛИ ХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА»

Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 9 лютого 2022 року

У доповіді наведено найважливіші фундаментальні та прикладні результати, отримані протягом 2017–2021 рр. під час виконання цільової програми наукових досліджень НАН України «Нові функціональні речовини і матеріали хімічного виробництва». Запропоновано започаткувати нову цільову програму наукових досліджень НАН України на 2022–2026 рр.

Вельмишановний Анатолію Глібовичу!

Вельмишановні члени Президії!

Сьогодні основу хімічного комплексу України становлять великі, але морально застарілі підприємства, орієнтовані на випуск досить вузької номенклатури багатотоннажної продукції. Ці виробництва є надзвичайно енергомісткими, екологічно шкідливими, як основну вихідну сировину використовують природний газ, частка якого у собівартості продукції сягає 70 %. Через це конкурентоспроможність продукції багатотоннажних українських підприємств з кожним роком стрімко знижується, про що свідчить припинення роботи багатьох таких підприємств хімічної промисловості України в умовах енергетичної та економічної кризи.

Провідні країни світу в стратегії розвитку своєї хімічної галузі роблять акцент на пріоритеті наукомісткого малотоннажного хімічного виробництва функціональних речовин і матеріалів, обсяг щорічного ринку якого за останніми оцінками становить мільярди доларів і має стабільну тенденцію до стрімкого зростання.

Сучасна малотоннажна хімія має міжгалузевий характер і визначає функціонування та розвиток різних галузей економіки, зокрема електроніки та електротехніки, машинобудування,

енергетики, приладобудування, транспорту, агропромислового комплексу, медицини, легкої та харчової промисловості, біотехнології, поліграфії, побутової хімії та ін. З кожним роком все більша частина валового внутрішнього продукту розвинених країн світу забезпечується саме завдяки виробництвам, в основу яких покладено передові технології, в тому числі технології створення і використання нових «інтелектуальних» функціональних матеріалів, розвиток і впровадження в практичну діяльність нетрадиційних методів одержання хімічних речовин із задалегідь заданими корисними властивостями.

З огляду на надзвичайну важливість речовин і матеріалів малотоннажного хімічного виробництва для вирішення нагальних проблем багатьох галузей економіки і соціальної сфери України, а також актуальність проведення фундаментальних і прикладних досліджень у цій галузі, в 2016 р. Президія НАН України прийняла рішення про започаткування цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Нові функціональні речовини і матеріали хімічного виробництва», розрахованої на 2017–2021 рр.

Програма була спрямована на розвиток фундаментальних засад створення хімічних функціональних речовин і матеріалів широкого спектру призначення, що ґрунтуються на нових енергоощадних, екологічно прийнятних «зелених» технологіях, для потреб різних галузей промисловості та соціальної сфери, зокрема енергетики, мікро- і наноелектроніки, транспорту, авіабудування, агропромислового комплексу, легкої і харчової промисловості, побутової хімії, захисту довкілля тощо, а також на забезпечення координації та розширення в різних установах НАН України фундаментальних і прикладних досліджень зі створення новітніх функціональних речовин і матеріалів хімічного виробництва, а також сприяння концентрації зусиль на найбільш перспективних розробках.

Протягом звітнього періоду за програмою було виконано 27 наукових проєктів із залученням 17 установ, що входять до складу 4 відділень Національної академії наук України.

Дослідження проводилися за чотирма основними напрямками, затвердженими Президією НАН України, а саме:

- 1) нові функціональні органічні речовини і матеріали та композити на їх основі для техніки нового покоління;
- 2) функціональні неорганічні матеріали для сучасної техніки;
- 3) нові полімерні матеріали різного функціонального призначення;
- 4) створення нових енерго- і ресурсощадних та екологічно прийнятних способів одержання малотоннажних речовин і матеріалів хімічного виробництва.

Виконання програми відбувалося в два етапи. На початку 2017 р. Наукова рада Програми провела перший конкурсний відбір проєктів. При цьому перевагу віддавали заявкам, які передбачали опрацювання технологічних рішень, створення конкурентоспроможних функціональних матеріалів.

У 2019 р. Наукова рада критично проаналізувала результати, одержані під час виконання дворічних проєктів, і прийняла рішення в подальшому сконцентрувати зусилля і кошти на найбільш успішних проєктах, а також замінити деякі проєкти на більш перспективні. На думку Наукової ради, таке двоетапне виконання Програми забезпечило більш раціональне та ефективне використання коштів.

Під час виконання Програми було отримано низку важливих, на наш погляд, фундаментальних результатів, які мають практичне значення і перспективу реального промислового застосування. За браком часу я розповім лише про деякі з них.

В Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України розроблено високопродуктивний механохімічний спосіб одержання органо-неорганічних наноконкомпозитів на основі поліаніліну та ряду графеноподібних 2D-матеріалів, використання яких в електродах симетричних суперконденсаторів дозволяє досягти високих показників, які відповідають найкращим світовим аналогам. Встановлено, що механохімічно деламінований нітрид вуглецю здатен проявляти високу активність

у процесі фотокаталітичного виділення водню з води завдяки моношаровій морфології, високому відновному потенціалу, ефективному розподілу і перенесенню фотогенерованих зарядів і має реальні перспективи для використання в зеленій водневій енергетиці.

З метою одержання важливих продуктів для малотоннажного органічного синтезу та біопалива з відновлюваної сировини в Інституті хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України розроблено каталітичні процеси піролізу лігноцелюлозної біомаси на поверхні нанорозмірних оксидів з утворенням низки цінних органічних речовин як кінцевих продуктів, а також як реагентів для тонкого органічного синтезу. Завдяки виявленню фундаментальним закономірностям каталітичних процесів кетонізації, декарбоксілювання, декарбонілювання, дегідратації визначено оптимальні умови проведення екологічно безпечних процесів каталітичного піролізу біомаси.

В Інституті органічної хімії НАН України створено новий поліметиновий барвник з надзвичайними оптичними характеристиками, зокрема високою ефективністю в пасивній модуляції добротності й синхронізації мод лазерів, значною інтенсивністю та селективністю поглинання світла за мінімального часу релаксації просвітленого стану. Використання цього барвника дає можливість отримати високопотужні світлові імпульси в практично важливому ІЧ-діапазоні спектра, використовуючи на порядок нижчу потужність просвітлення, ніж у найкращого з відомих аналогів. Розроблені матеріали успішно було випробувано на підприємстві ТОВ «СП Голографія» в Києві.

У Науково-технологічному комплексі «Інститут монокристалів» НАН України розроблено нові флуоресцентні матеріали для маркування та прихованого захисту паливно-мастильних матеріалів від контрафакції і контрабанди. Випробування на підприємстві ТОВ «Завод автохімії та технічних олів «ГРОМ-ЕКС» показали, що створені матеріали на 2–3 порядки більш чутливі порівняно з маркуванням палива барвником Euromarker, який наразі використовують у країнах ЄС.

В Інституті загальної та неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського НАН України розроблено нові типи керамічних матеріалів зі структурою перовськіту, які мають надзвичайно високі значення діелектричної проникності та малі діелектричні втрати, що дуже важливо для створення нових елементів для сучасної електроніки та радіотехніки. Одним із таких матеріалів є титанат кальцію-міді, легований алюмінієм та фтором. Розробку було успішно апробовано на Казенному підприємстві «Науково-виробничий комплекс «Іскра» Державного концерну «Укроборонпром». Як показали випробування, розроблені матеріали дозволяють повністю замінити імпорт з Російської Федерації.

В Інституті сорбції та проблем ендоекології НАН України методами механохімії і сонохімії синтезовано низку нанорозмірних оксидів металів і композитів з високою фотокаталітичною активністю і селективністю в процесах деструкції гербіцидів (*прометрин*) і медпрепаратів (*метронідазол*, *хлорамфенікол*). Крім того, для деяких систем встановлено їх високу каталітичну активність у процесі дегідратування етанолу з утворенням водню, що є важливим для водневої енергетики.

У цьому ж Інституті розроблено мікрохвильові методи модифікування вуглецевих матеріалів для створення нових перспективних електродних матеріалів для суперконденсаторів. Це дозволяє знизити вартість і збільшити енергоємність такого виробу на 45 % порівняно з відомими промисловими аналогами. Спільно з ТОВ «Юнаско-Україна» виготовлено дослідно-промислові зразки суперконденсаторів, які пройшли повний цикл випробувань за міжнародними стандартами. За запитом аерокосмічного агентства NASA для випробувань було виготовлено партію таких суперконденсаторів, і зараз вона проходить тестування. Нещодавно, на минулому засіданні Президії НАН України, частину результатів цих робіт було представлено в доповіді члена-кореспондента НАН України Юрія Андрійовича Малетіна.

В Інституті хімії високомолекулярних сполук НАН України створено оптично прозорі

захисні покриття на основі епоксіакрилатних взаємопроникних полімерних сіток, які здатні фотоотверджуватися навіть під дією сонячного світла, що зменшує енерговитрати на їх одержання. Ці матеріали завдяки їх оптичним властивостям можна використовувати для захисту та експрес-ремонті покриттів елементів сонячних батарей на місці їх експлуатації. Розроблені матеріали зараз перебувають на стадії випробування в ТОВ «Комплекс».

У цьому ж Інституті спільно з Інститутом мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України розроблено новітні біологічно активні полімерні композити з високою рістстимулювальною, фітопатогенною та адаптогенною пролонгованою активністю. Особливістю цих композитів є те, що в докільлі вони розкладаються на безпечні продукти. Випробування на виробничих потужностях ТОВ «Інноваційна компанія «Біоінвест-Агро» засвідчили, що створені матеріали за низької концентрації та малих норм витрат істотно прискорюють темпи розвитку рослин, підвищують їх врожайність, зокрема для томатів на понад 30 %, поліпшують їх товарний вигляд.

В Інституті хімії високомолекулярних сполук НАН України на основі вітчизняної сировини розроблено теплостійке термореактивне наноструктуроване зв'язуюче для вуглепластиків авіаційного призначення, яке здатне витримувати високі навантаження в широкому діапазоні температур. Перспективність та ефективність використання цієї розробки при створенні деталей літальних апаратів, що експлуатуються в екстремальних умовах, підтверджено актом про використання експериментальних зразків на етапі дослідно-лабораторної перевірки на Державному підприємстві «Антонов».

Важливою проблемою багатьох сучасних промислових виробництв є очищення газових викидів від мікрочастинок пилу. В Донецькому фізико-технічному інституті ім. О.О. Галкіна НАН України запропоновано новий спосіб виготовлення з використанням 3D-друку багатопарових тонковолокнистих матеріалів для фільтрування газів від твердих частинок. Такі

матеріали характеризуються значно вищими фільтрувальними характеристиками порівняно з одержаними екструзійним методом, що дозволяє значно розширити спектр їх застосування.

У Науково-технологічному комплексі «Інститут монокристалів» НАН України на заміну імпортованим засобам для подовження строку зберігання плодоовочевої продукції розроблено ефективний супрамолекулярний комплекс на основі метилциклопропену. Наразі новий препарат ОБЕРІГ^{PRO} уже зареєстрований і використовується у сільськогосподарському секторі України. У 2019–2020 рр. було виконано договорів на його синтез на суму близько 1,1 млн грн. Препаратом ОБЕРІГ^{PRO} оброблено понад 200 тис м³ яблукошховищ. Зараз готується до реєстрації новий препарат ОБЕРІГ light.

Науковці Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України розробили каталізатори нового покоління на основі відновленого оксиду графену для процесів промислового виробництва низькомономерів для пластмас. Зокрема, запропоновано каталізатор процесу гідрування ацетилену за атмосферного тиску, який не містить високоцінних і токсичних металів. Показано, що використання як основи відновленого оксиду графену дозволяє істотно знизити вміст паладію в каталізаторах деяких процесів гідрування органічних сполук порівняно з наявними на ринку аналогами. Виготовлення такого каталізатора може здійснюватися на Державному підприємстві «Каталіз і екологія», про що свідчить відповідний акт випробувань.

Важливим завданням, яке гостро постало у зв'язку з потребою у підвищенні обороноздатності країни, є розроблення процесів виробництва вітчизняного бутадієну, який є вихідною сировиною для синтезу каучукових зв'язуючих компонентів ракетного палива. Для вирішення цієї проблеми в Інституті фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України створено ефективні металоксидні каталізатори процесу прямої конверсії етанолу в 1,3-бутадієн, які забезпечують більш як 60 %-ву селективність процесу за цільовим продуктом. Спіль-

но з науковцями Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України розроблено лабораторний регламент процесу одержання рідких дієнових каучуків з бутадієну, який містить значну кількість домішок ацетальдегіду. Принципово, що в розробленому процесі наявність ацетальдегіду не перешкоджає отриманню реакційноздатних рідких каучуків, що знижує вимоги до очищення сировини та значно здешевлює виробництво каучуків.

У Фізико-хімічному інституті ім. О.В. Богатського НАН України на основі модифікованих вітчизняних природних алюмосилікатів, природних та синтетичних цеолітів розроблено нові ефективні каталізатори для низки процесів тонкого органічного синтезу. Зокрема, реалізовано нові ефективні каталітичні процеси переробки гліцерину — багатотоннажного відходу виробництва біодизелю — у продукти з високою доданою вартістю, такі як розчинники, добавки до палива, реагенти для органічного синтезу. Запропоновано нові цеолітні каталізатори процесів перетворення етанолу та ацетальдегіду в дієтоксіетан, а також одержання низки вихідних речовин для фармацевтики. Ці каталізатори успішно пройшли випробування на Державному підприємстві «Каталіз та екологія».

Одним з актуальних завдань із захисту довкілля є розроблення нових ефективних методів знешкодження запасів пестицидів, виведених з користування. Співробітники Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії ім. Л.М. Литвиненка НАН України створили нові комплексні сполуки паладію з карбеновими лігандами, які за результатами випробувань на ТОВ «Укроргсинтез» показали високу каталітичну ефективність у процесах гідродегалогенування галогенаренів. Ці каталізатори є дуже перспективними для утилізації застарілих пестицидів у промислових масштабах.

З метою одержання нових сорбентів екологічного і медичного призначення з відходів сільськогосподарського виробництва в Інституті хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України виконано цикл робіт з дослідження хімічного складу і процесів перетворення різних

видів рослинної сировини. Розроблено способи м'якого кислотно-лужного модифікування таких сільськогосподарських рослинних відходів без попереднього поділу на окремі компоненти і з перетворенням на лігноцелюлозні матеріали — ефективні сорбенти. Налагоджено дослідно-промисловий випуск партії препарату «Целісорб», який має дозвіл на використання як профілактично-лікувальний засіб при гострих отруєннях та хронічних інтоксикаціях.

За результатами виконання Програми було опубліковано понад 175 наукових статей у провідних вітчизняних і міжнародних фахових наукових виданнях та більш як 250 тез доповідей на наукових конференціях різного рівня, отримано 23 патенти України і, крім того, подано ще 12 заявок на патенти. Отримані результати узагальнено в монографії «Нові функціональні речовини і матеріали хімічного виробництва», 17 розробок успішно пройшли апробацію в умовах виробничих підприємств в Україні або вже впроваджені у виробництво, що підтверджено актами впровадження, виробничими регламентами, технічними умовами та інструкціями на виробництво новітніх речовин і матеріалів, переданих до підприємств, а також листами відповідних підприємств. У доповіді наведено лише окремі результати виконання Програми, але навіть вони засвідчують, що, незважаючи на вкрай обмежені фінансові і матеріальні ресурси, основні її завдання за звітний період, на наш погляд, було виконано успішно. На жаль, за браком часу поза увагою залишилися результати не менш важливих досліджень, проведених у межах Програми, зокрема проектів зі створення новітніх електродних матеріалів і наноструктурованих поліелектролітних систем для літєвих джерел струму, флуоресцентних маркерів агрегації інсуліну, фотополімеризаційноздатних матеріалів для 3D-друку, електрокаталізаторів виділення водню на основі суперсплавів, нанокомпозитів на основі вуглецевих нанотрубок широкого спектра застосування, зокрема як каталізаторів, компонентів матеріалів для електромагнітного екранування, композитів медичного призначення на основі гідрофобно-

го кремнезему, ефективних матеріалів для пролонгованої ранової терапії тощо.

У зв'язку із завершенням терміну виконання Програми та враховуючи важливість створення нових функціональних речовин і матеріалів хімічного виробництва для різних галузей промисловості та соціальної сфери України, керівництво Програми просить Президію НАН України започаткувати з 2022 р. нову цільову програму фундаментальних досліджень «Нові наукомісткі речовини і процеси для розвитку сучасного хімічного виробництва Украї-

ни», яка певною мірою буде продовженням завершеної Програми. При цьому відібрані для фінансування проекти за основними науковими напрямками нової цільової програми фундаментальних досліджень, як і в попередній програмі, матимуть чітко виражений цілеспрямований характер. Науково-координаційна рада і Бюро Секції хімічних і біологічних наук НАН України підтримують цю пропозицію.

Дякую за увагу!

За матеріалами засідання підготувала О.О. Мележик

Vyacheslav G. Koshechko

L.V. Pisarzhevsky Institute of Physical Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Vitaly V. Pavlishchuk

L.V. Pisarzhevsky Institute of Physical Chemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1130-8433>

ON THE IMPLEMENTATION OF TARGET SCIENTIFIC RESEARCH PROGRAM OF THE NAS OF UKRAINE "NEW FUNCTIONAL SUBSTANCES AND MATERIALS FOR CHEMICAL PRODUCTION"

Transcript of the co-report at the meeting of the Presidium of NAS of Ukraine, February 9, 2022

The report presents the most important fundamental and applied results obtained in 2017-2021 during the implementation of target scientific research program of the NAS of Ukraine "New functional substances and materials for chemical production." It is proposed to launch a new target scientific research program of the NAS of Ukraine for 2022-2026.