

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розв'язання екологічних проблем має надзвичайно важливе значення для України. Економічна інфраструктура держави сформувалася ще за часів СРСР. Як тоді, так і досі вона не відповідає жодним вимогам охорони довкілля, підтримки біологічного різноманіття, раціонального використання природних ресурсів. Сучасні технології металургійної, хімічної, переробної промисловості, сільськогосподарського виробництва здебільшого застарілі, характеризуються надлишковою енергоємністю, виснажують природні ресурси, знищують біоту, що збільшує екологічні ризики і змушує нагадувати про техногенне перевантаження. Після Чорнобильської катастрофи країна перманентно перебуває в стані екологічної кризи, спричиненої радіоактивним забрудненням великих за обсягом територій.

На цьому тлі суттєво погіршується стан здоров'я населення: зростає частота захворювань на різні нозологічні класи хвороб, скорочується середня тривалість життя, підвищується смертність, зменшується народжуваність тощо. Саме цим і зумовлена актуальність екологічних досліджень на практичному і регіональному рівні та в контексті опрацювання загальнотеоретичних проблем.

Національна академія наук України з часу створення приділяла велику увагу проблемам екології. Ідейною предтечею екологічних досліджень була й залишається дотепер світоглядна теорія ноосфери першого президента Української академії наук В.І. Вернадського. У Національній академії наук України екологічні дослідження започатковували і розвивали знані вчені: М.М. Гришко, А.М. Гродзинський, Є.В. Зверозомб-Зубовський, С.А. Зернов, А.О. Ковалевський, Л.А. Кульський, О.П. Маркевич, І.Г. Підоплічко, П.С. Погребняк, О.Н. Соколовський, О.В. Топачевський, М.Г. Холод-

ний та ін. Їхніми зусиллями визначено екологічні наукові напрями, сформовано всесвітньо відомі наукові школи. Отже, екологічними аспектами опікуються нині не лише біологи, а й фізики, хіміки, геологи, матеріалознавці, енергетики, економісти, правознавці, філософи та ін. З огляду на міждисциплінарний характер значну частину досліджень здійснюють сьогодні в межах спеціалізованих програм і міжнародних проєктів.

Зусилля вчених зосереджені на опрацюванні багатьох питань, серед яких, зокрема: розроблення національної стратегії і

© ГРОДЗИНСЬКИЙ Дмитро Михайлович. Академік НАН України. Академік-секретар Відділення загальної біології НАН України.

ДЕМБНОВЕЦЬКИЙ Олег Федорович. Кандидат біологічних наук. Провідний науковий співробітник Центру досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г.М. Доброва НАН України.

ЛЕВЧУК Олег Миколайович. Кандидат біологічних наук. Старший науковий співробітник Науково-організаційного відділу Президії НАН України.

БОЙКО Володимир Ілліч. Кандидат біологічних наук. Старший науковий співробітник Інноваційного центру НАН України (Київ). 2009

методології збереження навколишнього середовища, національної системи екобезпеки, раціональне використання природо-ресурсного потенціалу (мінеральних, водних, земельних, лісових, біологічних та інших ресурсів), ресурсо- та енергоощадження, оптимізація різноманіття біоти, формування екологічно сприйнятної діяльності суспільства та гармонізація його взаємодії з природним середовищем.

Закінчені наукові розробки охоплюють загальні питання й містять практичні пропозиції (технології, рекомендації, нові матеріали й речовини тощо). При цьому отримано низку важливих наукових фундаментальних і прикладних результатів загальноцивілізаційного характеру, що відповідають світовому рівню.

На жаль, часто-густо державні «перетворювачі природи» нехтують пропозиціями вчених Національної академії наук, що призводить до великих екологічних втрат (знищено понад 20000 малих річок, затоплено великі площі природних лугов, завдано значної шкоди лісам, до критичної межі доведено запаси джерел питної води тощо).

Першорядне завдання НАН України полягає в тому, щоб домогтися належного пріоритету екологічного обґрунтування будь-яких дій промислового чи сільськогосподарського виробництва з позицій екологічної оптимальності, оскільки сталий розвиток можливий лише за умов збереження якості середовища і багатства природних ресурсів.

Україна з погляду біогеоландшафтології є унікальним явищем: на відстані близько 700 км із півночі на південь тут пролягають основні кліматичні зони — від лісів до південного степу й гірських ландшафтів із притаманною їм зональністю. Така особливість країни створює дуже сприятливі умови для підтримання гармонійного розвитку природних рослинних і тваринних

ресурсів й формування взірцевої взаємодії суспільства з континентальними і морськими екосистемами.

Сучасна екологія — це мультидисциплінарна наука, що відповідно позначилося на розвитку екологічних досліджень у НАН України. Нижче наведено узагальнені дослідження, представлені насамперед у звітах установ і відділень НАН України та інших наукових матеріалах.

Екологічні дослідження, які проводять в установах НАН України, охоплюють широке коло проблем. Серед них і подальший розвиток ідеї В.І. Вернадського про ноосферу, проблеми виникнення й розвитку континентальних і водних екосистем, еволюція біорізноманіття, формування екологічних ризиків та обґрунтування принципів і методів збагачення біотичного компонента екосистем, охорони навколишнього середовища. Екологічні теми в установах НАН України опрацьовують на різних рівнях організації екосистем.

Насамперед варто згадати флористичні та фауністичні розроблення, здійснювані з поч. 20-х рр. ХХ ст. на основі екосистемологічного підходу. Природні ресурси, видовий склад рослин, грибів і мікроорганізмів, а також тваринного світу неодмінно вивчали, враховуючи особливості місцезростання й поширення. Зокрема, набули розвитку такі екологічні науки, як болотознавство, степознавство, лісівництво, біогеографія. Широке визнання отримали дослідження колективів на чолі з академіками НАН України Д.К. Зеровим, П.С. Погребняком, членом-кореспондентом НАН України А.М. Окснером. Завдяки проведеним усебічним екологічним дослідженням окреслено потужні природні ресурси нашої країни. Розпочаті дослідження тривають і сьогодні: щорічно встановлюють нові і для науки, і для України види рослин, грибів, тварин, які мешкають у різних

екологічних умовах. Описано велику кількість раніше невідомих науці представників живої природи, опубліковано багатомні фундаментальні видання, присвячені флорі й фауні країни в цілому та її окремим регіонам зокрема, видано «Червону книгу України», «Міжнародну Червону книгу Чорного моря», розпочато видання багатомної «Екофлори України» за редакцією члена-кореспондента НАН України Я.П. Дідуха. Учені НАН України регулярно ведуть Літописи природи в заповідниках, триває робота над «Зеленою книгою України».

Науковці НАН України надають великого значення дослідженням популяцій різних видів. Академік НАН України Ю.Р. Шеляг-Сосонок переконливо довів, що захист видів можна забезпечити лише за умови збереження екосистем, де підтримують відтворення видових популяцій. Цей аргумент враховано при створенні «Зеленої книги України», поява якої започаткувала новий етап в організації охорони природи.

Академік НАН України А.М. Гродзинський детально дослідив біологічне значення хімічної взаємодії між рослинами, що довело вагому участь алелопатичних факторів у фітоценозах, допомогло вирішити практичні питання, пов'язані з ґрунтовою і формуванням стійких фітоценозів.

На основі узагальнення результатів багаторічних досліджень установ відділень загальної біології, наук про Землю та економіки НАН України опрацьовано нові теоретичні засади екологічно збалансованого природокористування, визначено напрями стратегії екологічної політики в Україні та вироблено теоретичну базу економічної метрології природного капіталу для регулювання економіко-екологічних відносин у суспільстві; удосконалено методи управління ресурсо-економічною і

природо-техногенною безпекою, природокористуванням і збереженням навколишнього середовища; визначено його соціальні та екологічні показники. Тут варто згадати дослідження академіка НАН України М.А. Голубця, який проаналізував закономірності формування геосоціосистем, подальшого розвитку їхніх взаємозв'язків з іншими геосоціосистемами та запропонував принципи управління геосоціосистемами процесами для забезпечення оптимальних умов життєдіяльності людей, збереження сприятливого довкілля та досягнення сталого розвитку.

Результати флористичних, фауністичних, фізіолого-біохімічних досліджень важливі для обґрунтування доцільності використання потенціалу відновлювальних і нетрадиційних (у т. ч. і біоенергетичних) джерел енергії; вони (дослідження) визначають доцільність перепрофілювання великих промислових підприємств; організацію екологічно чистого виробництва в Україні. Важливим кроком у виконанні актуальної програми глобальних змін клімату є роботи за участю члена-кореспондента НАН України Л.І. Францевича. Ідеться, зокрема, про проект програми з подолання очікуваних негативних наслідків глобального потепління в Україні.

Інститути екології Карпат та гідробіології НАН України запропонували підходи щодо зменшення негативних наслідків підтоплення земель внаслідок повеней, які стають дедалі частішими в західних регіонах держави.

Учені Інституту клітинної біології і генетичної інженерії та харчової біотехнології й геноміки НАН України пришвидшеними темпами розглядають аспекти біобезпеки, пов'язані з використанням генетично модифікованих рослин у виробничих масштабах.

Проблеми екологічної безпеки багатопрофільні, вони охоплюють широке коло

питань — від збереження родючості ґрунтів до походження так званих екологічних хвороб людини, з'ясування ролі біологічного різноманіття в сталому розвитку країни. Дослідження члена-кореспондента НАН України А.П. Травляєва присвячене актуальній проблемі збереження ґрунтів України, яким загрожують антропогенні явища, різним аспектам степового лісівництва. Окремо варто згадати про академіка П.С. Погребняка і створену ним потужну наукову школу. Його дослідження охоплюють широке коло проблем екології рослин, лісової типології, лісового ґрунтознавства, мікробіології лісових ґрунтів, заліснення пісків й еродованих земель.

Установи НАН України проводять усебічні дослідження з екології гідросфери. За даними, отриманими в процесі досліджень на Чорному морі, академік НАН України Ю.П. Зайцев відкрив новий біоценоз, характерний для морських екосистем, — «морський гіпонеїстон», приповерхневий шар життя, зосереджений біля плівки поверхневого натягу. Саме тут міститься основний зародковий матеріал морської біоти. Значення гіпонеїстону для підтримки життя в Світовому Океані надзвичайно велике, а антропогенний вплив на океанічну біоту опосередковується переважно дією на гіпонеїстон.

У сірководневій зоні Чорного моря виявлено невідомий раніше феномен життя — анаеробне окиснення метану консорціумом археа- і сульфатредуючих бактерій. Член-кореспондент НАН України В.М. Єгоров дослідив шляхи виведення сірководню й метану з глибин моря. Світове визнання здобули дослідження первинної продуктивності Світового океану, проведені Інститутом біології південних морів ім. О.О. Ковалевського НАН України під час численних експедицій (члени-кореспонденти НАН України Т.С. Петіпа і В.М. Грезе).

Важливе значення для формування нових уявлень щодо виникнення і розвитку земної гідросфери, а також походження життя на нашій планеті мали дослідження колективу Інституту колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України (директор — академік НАН України В.В. Гончарук) про склад дейтерію у воді та вплив цього ізотопу водню на її фізичні й хімічні властивості та біологічну активність.

Техногенні впливи на екосистеми в останні кілька десятиліть набули настільки негативної сили, що під загрозою деградації опинилися великі регіони країни. Над подоланням очікуваних криз деградації в Східних регіонах України працюють Донецький і Криворізький ботанічні сади НАН України, де успішно вивчають і теоретичні, і практичні аспекти відновлення територій, постраждалих унаслідок промислової діяльності гірничодобувних підприємств.

Значну увагу вчені НАН України приділяють розробленню методів дезактивації природних вод і ґрунтів від забруднювачів різної природи. Зокрема, Інститут біології південних морів ім. О.О. Ковалевського НАН України та його Філіал, розташований в Одесі, здійснює пошук факторів знешкодження залишків нафтопродуктів у шельфі Чорного та Азовських морів, інституту хімії поверхні ім. О.О. Чуйка і сорбції та проблем ендоекології НАН України розробляють високоефективні сорбенти — збирачі нафтових забруднень.

Як відомо, розв'язання екологічних проблем безпосередньо залежить від економічних умов країни. Будь-які пропозиції щодо покращення екологічних умов неодмінно узгоджують із економічними обґрунтуваннями реалістичності передбачуваних дій. Україн важливе розроблення методології оптимізації регіонального природокористування для мінімізації

еколого-економічних втрат; екологічна й економічна перспективність розвитку ресурсоощадного виробництва; відновлення навколишнього середовища завдяки залученню економічних важелів (у т. ч. введенням у собівартість продукції сум можливих втрат при нераціональному використанні ресурсів) тощо. У цих розробленнях важливу роль відіграють дослідження провідних економістів НАН України: академіків В.М. Гейця, Б.М. Данилишина та ін. Результати їхніх робіт мають важливе значення для формування регіональної економіки, розміщення продуктивних сил і реалізації комплексного соціально-економічного розвитку окремих територій країни.

Загрозу для України становить поява в екосистемах як континенту, так і морів нових для території України видів тварин і рослин. Ці так звані вселенці — адвентивні види — уже встигли завдати великої шкоди господарству країни, зокрема рибному. Тому є всі підстави говорити про існування біологічного забруднення середовища, що зумовлено не лише появою адвентивних видів, але й порушенням рівноваги в розвитку різних видів (наприклад, різке зниження активності корисних комах, зокрема запилювачів рослин, і азотфіксувальних бактерій у ґрунтах і т. д.). Значний внесок у дослідження біологічного забруднення зробили науковці Інституту зоології ім. І.І. Шмальгаузена, Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного, Національного науково-природничого музею НАН України тощо.

Інститут гідробіології НАН України багато років є провідним науковим закладом, який розв'язує проблеми, породжені реалізацією в минулому на території України великих гідромеліоративних проектів. Однією з таких проблем є цвітіння води в штучно створених водоймах Дніпровського каскаду. Розвиток синьо-зелених водо-

ростей у застійних водах із високим вмістом органічних речовин завдає непоправної шкоди екологічному стану континентальних водойм України. Академік НАН України О.В. Топачевський із очолюваним ним колективом науковців Інституту гідробіології НАН України доклав чимало зусиль для розв'язання проблеми обмеження й регуляції розвитку водоростей, з якими пов'язане цвітіння води. Останніми роками під проводом академіка НАН України В.Д. Романенка розгорнуто широкі дослідження в галузі гідроекології, зокрема щодо розв'язання проблеми збереження високої якості континентальних вод. Власне, сама гідроекологія виникла завдяки діяльності Інституту гідробіології НАН України та його директора академіка НАН України В.Д. Романенка.

Важливе значення у вивченні якості ґрунтових і підземних вод відіграють гідрологічні дослідження під керівництвом академіка НАН України В.М. Шестопалова.

Розв'язанню екологічних проблем приділяють увагу й установи НАН України технічного профілю. Так, академік НАН України А.А. Долінський запропонував екологічно прийнятну систему місцевого енергозабезпечення на базі енергоощадних технологій, використання місцевих паливних ресурсів і техногенних відходів тощо.

Здійснено класифікацію процесів геоморфогенезу (природних і техноприродних), соціальних і галузевих еколого-економічних негативних наслідків антропогенного впливу на навколишнє середовище, факторів його охорони під час запуску космічних апаратів; методів прогнозування змін екологічного стану водних ресурсів (у т. ч. і морських) тощо. Особливе значення мають дистанційні дослідження природних ресурсів, які успішно проводить член-кореспондент НАН України В.І. Лялько.

Успішне розв'язання питань збереження, охорони і відтворення біорізноманіття неможливе без заповідних територій. За НАН України, зокрема, закріплено 3 ботанічні сади, 3 дендропарки і 5 заповідників, які сьогодні успішно функціонують.

Низка інститутів НАН України, серед яких провідну роль відіграють Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного та Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена, обґрунтували принципи функціонування заповідників як осередків гармонізації взаємодії цивілізації з навколишнім середовищем, а також подальшої розбудови і вдосконалення національної екологічної мережі. Роботи в заповідниках координує Наукова рада з проблем заповідної справи і діяльності заповідників Відділення загальної біології НАН України, якою керує член-кореспондент НАН України І.А. Акімов.

Усесвітньо відомими є біосферні заповідники НАН України – «Дунайський» і «Чорноморський». Вони репрезентують унікальні природні ландшафтні утворення з багатою фауною і флорою, збереження яких украї важливе для Європи в цілому, а акваторії Чорноморського заповідника є місцем, у якому перетинаються міграційні шляхи перелітних птахів.

Для збереження флори і фауни, окрім розширення мережі заповідників, надзвичайно важливе створення так званих екокоридорів, завдяки яким забезпечується міграція тварин і перенесення генетичного матеріалу рослин між заповідними територіями, що підвищує міру панміктичності видових ареалів. Організацію мережі екокоридорів здійснюють інститути ботаніки ім. М.Г. Холодного та зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України.

Кількість заповідних територій в Україні, порівняно з розвинутими країнами, недостатня. Тому науковці НАН України приділяють значну увагу обґрунтуванню й організації нових заповідних територій

(екологічні коридори, ландшафтні та природні парки, заповідники, заказники тощо). Для координації досліджень із сусідніми країнами, поліпшення обміну науковою інформацією, організації спільних досліджень тощо триває робота з організації транскордонних заповідників і резерватів на основі Севільської стратегії.

Розроблено методологію досліджень ландшафтного різноманіття, вдосконалено систематику й класифікацію ландшафтів України, визначено принципи флористичної класифікації різноманітності рослинності та прогнозування змін біорізноманіття й розроблення відповідних регіональних заходів, а також запропоновано методи «оздоровлення» численних малих річок України, оцінювання ландшафтів для оптимізації природокористування. Створено банки біологічних об'єктів і колекції мікроорганізмів, гідробіонтів, зародкової плазми різних рослин і тварин, які ввійшли до Державного реєстру наукових об'єктів, що становлять національне надбання. Започатковано дослідження з екомоніторингу та збереження біорізноманіття мегаполісів. Спеціально для досліджень біоти в мегаполісах, де порушено кругообіг речовин та створено вкрай незвичайні для більшості видів рослин, тварин і мікроорганізмів умови, створено Науковий центр екомоніторингу та біорізноманіття мегаполісу НАН України, яким керує академік НАН України В.Г. Радченко.

Важким випробуванням для науковців стала Чорнобильська катастрофа. Вона визначила нові наукові завдання і напрями наукового пошуку шляхів подолання негативних наслідків радіонуклідного забруднення ґрунтів, лісів, поверхневих і підземних вод. Багато проблем атомної енергетики, радіаційного приладобудування, радіогеохімії тощо, які раніше нібито й не стосувалися екологічних питань, набули нових аспектів екологічного зміс-

ту, адже необхідно було максимально оперативно мінімізувати негативні наслідки аварії.

Науковці НАН України з перших днів аварії почали працювати на ЧАЕС, виконуючи різні дослідження — від припинення радіонуклідних викидів із зруйнованого реактора до оцінювання рівня радіоактивного забруднення території України. З ризиком для здоров'я вони реалізували багато заходів щодо визначення нейтронних потоків, температури та інших показників у активній зоні зруйнованого блоку реактора, упередження можливості вибуху паливних залишків, випробувань ефективних методів дезактивації та фіксації радіоактивного пилу в забрудненій зоні ЧАЕС (автошляхи, трамвайні колії, поверхні будівель тощо). При Президії НАН України безупинно діяв оперативний штаб робіт у зоні Чорнобильської катастрофи. Його послідовно очолювали віце-президенти НАН України — академіки В.І. Трефілов, В.П. Кухар, І.К. Походня, К.М. Ситник.

Усебічні дослідження наслідків радіонуклідного забруднення природного середовища для стану біологічних об'єктів у зоні впливу Чорнобильської катастрофи проведено під керівництвом академіка НАН України Д.М. Гродзинського. Доведено, що внаслідок дії підвищеного рівня опромінення формуються негативні для мікрофлори, рослинності і тваринного світу зміни в стані їхніх популяцій.

У різні періоди в зоні катастрофи працювало понад 2 тис. співробітників із 33 установ і організацій, проведено більше як 1000 досліджень за багатьма напрямками, що дозволило отримати нові знання щодо характеру і впливу аварії на людину й суспільство, навколишнє середовище, розробити і впровадити нові методики, прилади, засоби і системи, прогнози та рекомендації, а також реалізувати контрзаходи з мінімізації наслідків катастрофи.

Численними тривалими дослідженнями доведено, що ЧАЕС ще довго залишатиметься радіаційно небезпечною для людей. Особливо гострими є науково-технічні проблеми перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну структуру. За даними окремих біологів, на забрудненій території може сформуватися унікальний біогеоценоз, перевантажений генними дефектами й підвищеним рівнем мікроеволюційних процесів, який потребує ретельних і глибоких наукових досліджень. «Чорнобильські» радіоекологічні дослідження всебічно розгорнуті в інститутах клітинної біології і генетичної інженерії, зоології ім. І.І. Шмальгаузена, гідробіології, ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. Вони розвиватимуться й надалі, враховуючи необхідність вивчення наслідків закриття ЧАЕС.

Однією з нагальних проблем, пов'язаною із забрудненням навколишнього середовища, є забезпечення населення якісною питною водою. Вона (проблема) турбує весь світ, а особливо Україну з її обмеженими водними ресурсами, оскільки на сьогодні на наших теренах майже не залишилося природних поверхневих вод (джерело отримання переважної кількості питної води), які б відповідали сучасним вимогам. На думку вчених, вітчизняні природні води вже можна віднести до категорії «розбавлених стічних вод». Виник певний парадокс — хоча аксіома «вода — основа життя» нібито відома всім, люди спочатку забруднили і продовжують забруднювати природні водойми, а потім з великими затратами отримують із них питну воду.

Науковці Інституту колоїдної хімії і хімії води ім. А.В. Думанського НАН України під керівництвом академіка Л.А. Кульського розробили унікальну класифікацію домішок різних видів вод за фазово-дисперсним станом. На її основі були сформульовані нові положення хімії, фізики та

біології води. Створено нові наукові напрями дослідження води, на основі яких розгорнуто фізико-хімічні, спектральні, термодинамічні, ізотопні підходи до розв'язання питань отримання і підготовки питної води, розроблення сучасних технологій її отримання та створення відповідних установок і пристроїв, речовин і матеріалів тощо, а також удосконалення методів тестування води (особливо біологічного).

Зокрема, на основі поєднання мембранних (вони є одними з найбільш ефективних та економічних) методів з іншими фізико-хімічними методами (окиснення, каталіз, адсорбція, фільтрування, ультрафіолетове знезараження) сьогодні розробляють та виготовляють комплекси водопідготовки колективного й індивідуального використання з аналітичним контролем для спеціалізованих об'єктів, які працюють в автономному режимі, створено установки для опріснення солоної води, консервування і знезараження питної води.

Запропоновано нову концепцію забезпечення населення України високоякісною питною водою на основі експлуатації установок бюветного типу колективного користування на місці її споживання (при цьому вода не надходить до розподільчих мереж, де вона піддається вторинному забрудненню вірусної природи, яке важко видалити або знешкодити).

Великою заслугою вчених-хіміків НАН України є те, що завдяки їхнім багаторічним і наполегливим зусиллям розроблено Загальнодержавну програму «Питна вода України» на 2006–2020 рр., яку прийняла Верховна Рада України, та Державний стандарт України «Джерела централізованого питного водопостачання», що відповідає всім міжнародним вимогам, триває робота зі створення інших стандартів для ефективного забезпечення населення якісною питною водою.

Важливу роль у розв'язанні проблеми питної води відіграє Інститут гідробіології НАН України, який приділяє велику увагу біологічному самоочищенню природних вод. У зв'язку з цим набули розвитку такі розділи гідроекології, як водна мікробіологія, альгологія, вищі водні рослини, екологічна рівновага у водних системах.

Подальше вирішення проблеми якісної питної води багато в чому залежить від розв'язання питань забруднення водного басейну в цілому, відновлення здатності природних водних ресурсів до самоочищення і відтворення, зменшення техногенних порушень водного балансу ґрунтів, збільшення ролі малих річок, поліпшення стану гідротехнічних систем, збереження хімічного і мікробіологічного складу природних вод. Усе це потребує суттєвого розширення фронту робіт із порушених питань.

Загальновідомо, якої шкоди докільню завдає автомобільний транспорт, що споживає майже половину отримуваної світом нафти, збільшуючи кількість вуглецю в загальному його кругообігу і посилюючи глобальний парниковий ефект. З огляду на це в останні десятиліття виникла ідея переробляти на паливо рослинну сировину (для дизельних двигунів — біодизель, добавка якого до звичайного дизельного палива ще й зменшує шкідливі викиди, а для карбюраторних — етанол), зменшуючи обсяги використання викопних вуглеводнів.

Учені НАН України мають тут свої напрацювання. НАН України з 2007 року виконує цільову комплексну програму наукових досліджень «Біомаса як паливна сировина («Біопалива»)». Зокрема, Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України веде роботу з інтродукції нових перспективних (як ресурс біопалива) видів рослин (чорнушка, редька олійна, гірчиця, просо пальчасте, сорит, топінамбур,

соргові культури тощо). Інститути харчової біотехнології та геноміки (директор — академік НАН України Я.Б. Блюм) і клітинної біології та генетичної інженерії НАН України за участю колективу науковців, який очолює член-кореспондент НАН України М.В. Кучук, зосереджені на збільшенні врожайності ріпаку, картоплі, проса та інших перспективних для біопалива культур, спільно з Інститутом ботаніки ім. М.Г. Холодного вивчають можливість використання мікроводоростей для виробництва біопалива.

Інститут біології клітини НАН України під керівництвом члена-кореспондента НАН України А.А. Сибірного опрацьовує методи розширення ресурсної бази для бродильних процесів при отриманні етанолу шляхом утворення нових штамів дріжджів. Особливо перспективним виявилось досягнення вчених щодо підвищення генноінженерними методами здатності дріжджів *Hansenula polymorpha* зброджувати органічні компоненти поновлювальних відходів сільськогосподарського, лісового, деревообробного, целюлозно-паперового, комунального господарств, швидкорослих рослин і побутових відходів. Це, з одного боку, відкриває нові можливості для очищення навколишнього середовища від органічних відходів, утилізація яких набуває в світі щораз більшого значення, а з другого — здешевлює виробництво етанолу.

Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України під керівництвом академіка НАН України В.П. Кухаря створює присадки й каталізатори для нових видів біопалива, удосконалює хімічні процеси отримання біопалива та його супутніх продуктів.

У майбутньому вчені мають намір застосовувати методи біотехнології для забезпечення високого виходу якісної біосировини з поширених та маловідомих енергетичних рослин для виробництва

біопалива, отримувати нові високоефективні штами мікроорганізмів і водоростей, використовувати гриби, здатні до ферментації біосировини і відходів інших виробництв, а також продовжувати пошук ефективніших джерел сировини, методів екологізації виробництва і використання біопалива.

Велику питому вагу в загальній кількості забруднень довкілля мають відходи агросфери, починаючи з виробництва добрив і препаратів і закінчуючи підприємствами харчової промисловості. Маємо на увазі незасвоєні добрива, отрутохімікати та інші препарати, стічні води тваринницьких комплексів, засолення земель при їх штучному зрошенні, а також техногенні отруєння й порушення ґрунтів (хвостосховища, терикони, відвали, склади різних препаратів, зони відчуження тощо).

Зменшенню забруднення ґрунтів сприяють дослідження академічних учених зі створення нових високоврожайних сортів і гібридів сільгоспкультур (зернових, кормових, овочевих, олійних та ін.).

Особливо значних успіхів у галузі мутаційної селекції озимої пшениці та отримання нових ліній кукурудзи досягнув Герой України академік НАН України В.В. Моргун, який розв'язував важливу проблему покращення якості продовольчого зерна при зростанні врожайності цих базових зернових культур. Багато з отриманих в установах НАН України сортів сільськогосподарських, пряно-ароматичних, декоративних та інших культур внесено до Державного реєстру сортів України, які сьогодні використовують в агровиробництві. Використання нових сортів зменшує потребу в посівних площах, що знижує антропогенний тиск на довкілля.

Поряд із опрацюванням проблем селекції і генетики традиційними методами вчені використовують і сучасні досягнення біотехнології, зокрема розробляють

нові підходи до отримання трансгенних ліній сільгоспкультур з обґрунтуванням їх безпечного використання. Запропоновано системи генетичної трансформації та отримання трансгенних рослин (ячменю, сої, гороху, цукрового буряку, картоплі, капусти, люцерни, ріпаку, проса тощо). Актуальність таких робіт важко переоцінити, оскільки вони збільшують продовольчу базу людства взагалі й населення України зокрема, адже загальновідомо, що більше як половина людства недоїдає, а в окремих країнах і голодує.

Створено низку нових агрохімікатів і біопрепаратів для сільгосппотреб, які, порівняно з традиційними, більш ефективні і специфічні у своїй дії, мають низьку токсичність, діють у малих дозах, краще засвоюються рослинами, підвищують стійкість культур до шкідливих та екстремальних чинників, зменшують негативний вплив пестицидів на корисну ґрунтову мікрофлору, а також вирізняються високою економічністю і зменшенням обсягів екологічно небезпечних викидів при їх промисловому виробництві, у т. ч. завдяки зменшенню технологічних стадій.

Запропоновано кілька технологій передпосівного оброблення насіння основних культур за допомогою сучасних нових агрохімікатів і препаратів, мікроорганізмів, іонізуючого випромінювання тощо, які інтенсифікують процеси життєдіяльності насіння і рослин, а також підвищують їхню стійкість до несприятливих умов зростання.

Запропоновано десятки ресурсощадних і безвідходних технологій збереження й перероблення сільськогосподарської продукції та сировини для різних потреб. Серед них варто відзначити тепломасообмінні технології отримання традиційних та абсолютно нових продуктів харчування (у т. ч. дитячих і лікувально-профілактичних).

Українські вчені не залишили поза своєю увагою й проблеми повернення до господарського використання техногенно порушених земель. Зокрема, запропоновано нові біологічні методи (біосорбція, біоаккумуляція, біодеградація тощо), які перспективніші порівняно з реагентними, рекомендації з відновлення ландшафтів, озеленення териконів, відвалів та інших об'єктів, які мінімізують затрати, технології утилізації та нейтралізації небезпечних (особливо вуглеводневого походження) речовин із ґрунтів і води тощо.

Вітчизняна сільгосптехніка не завжди відповідає зарубіжній за продуктивністю, ресурсо- і енергоємністю та екологічністю. Тому запропоновано сучасні технології, обладнання і матеріали для одержання високоміцних сталей і ливарних сплавів алюмінію, що зменшують вагу використовуваної техніки, а також для ремонту зношених деталей. Упровадження цих розробок може зекономити ресурси й покращити споживчі якості сільськогосподарської та харчової продукції.

Велику увагу науковці НАН України приділяють розробленню екологічно безпечних процесів отримання нових речовин і матеріалів, а також технологій знешкодження, очищення різних екологічно небезпечних відходів, які забруднюють довкілля. Зазначені розробки дають змогу підвищувати вихід кінцевої продукції, зменшувати кількість технологічних етапів, підвищувати їхню селективність і ефективність (в окремих випадках на кілька порядків), отримувати прилади з новими властивостями, використовувати вітчизняну сировину замість імпортової чи небезпечних інгредієнтів, перетворювати небезпечні відходи в безпечні або такі, що можна використовувати в інших процесах тощо. На порядку денному опрацювання технологій, які взагалі не забруднюють довкілля і відповідають вимогам «зеленої хімії».

Уже розроблено окремі технології (безвідходні та маловідходні), які блокують викиди забруднювачів або суттєво зменшують їх, очищують навколишнє середовище від наявних забруднень (при цьому слід відзначити складність їх (технологій) розроблення, оскільки кожен різновид відходів вимагає спеціалізованої технології очищення); удосконалено наявні традиційні методи для підвищення рівня екологічної безпеки.

Запропоновано нові технології збагачення благородних, кольорових, рідкісних металів (у т. ч. золото високих кондицій), методи комплексного перероблення первинної та вторинної сировини коштовних металів, процеси, що забезпечують високий ступінь вилучення металів при низьких витратах енергії, а також унікальні технології (малоенергоємні й екологічнобезпечні) утилізації дисперсних мінеральних відходів і очищення різноманітних стічних вод від пестицидів, нафтопродуктів, важких металів, нуклідів та інших небезпечних речовин.

Створено нові каталізатори і процеси для знешкодження токсичних газових викидів, запропоновано ефективні екосорбенти й матеріали для екологічного моніторингу, неруйнівного контролю, виявлення дефектів і захисту різних комунікаційних систем, сорбенти для очищення забруднених поверхневих вод і ґрунту, електрокаталізатори для воднево-кисневих паливних елементів, а також реформінгу етанолу і нафтових вуглеводнів у моторні палива. Опрацьовано наукові принципи формування матеріалів, здатних до біологічної деструкції при їх вивільненні у навколишнє середовище. Розроблено прогресивні сорбційні технології глибокого очищення речовин-прекурсорів, що суттєво підвищило якість напівпровідникового кремнію, електролітів для конденсаторів, хімічних реагентів, а також

утилізації меланжу (окиснювача) ракетного палива з отриманням органомінеральних добрив без шкоди для довкілля. Тут варто згадати досягнення, отримані в Інституті сорбції та проблем ендоекології НАН України під керівництвом академіка В.В. Стрелка.

Останнім часом увагу науковців привернули наноструктурні системи, наноматеріали та нанотехнології. Установлено, що за порогом 100 нанометрів певні молекулярні структури характеризуються високо-ефективною дією, що дає змогу розв'язати чимало проблем, зокрема енергетичних і екологічних. На сьогодні вчені вже створили фільтри, які захищають людину від електромагнітного поля, потужність якого в зовнішньому середовищі постійно зростає й у мільярди разів перевищує рівень природного фону.

Ефективному розв'язанню перелічених проблем сприяла б чітка державна екологічна стратегія, яка на регіональному рівні лише починає формуватися. Це відповідно потребує організації системи моніторингу навколишнього середовища і створення дієвої інфраструктури екологічної експертизи. Розв'язати цю проблему допоможуть відповідні напрацювання вчених НАН України (у т.ч. розроблення біосенсорних систем та інформаційних технологій). Тут доцільно згадати комплексну систему показників для характеристики стану наземних екосистем на генетичному, фізіолого-біохімічному, морфологічному, екологічному та біогеохімічному рівнях і систему переходу від багатокритеріального оцінювання до однокритеріального. Створений науковцями апаратний комплекс дистанційного зондування дає змогу оцінювати стан ґрунтів, рослинності та контролювати наслідки критичних ситуацій. Крім того, запропоновано оригінальні інтегральні показники й алгоритми виявлення цінних біотичних угруповань, роз-

роблено алгоритми засвоєння даних моніторингу в прогностичних математичних моделях, які підвищують ефективність розрахунків і точність моделювання середовища.

Усе сказане переконливо свідчить, що науковці НАН України завдяки своїм дослідженням у різних галузях науки накопичили великий потенціал для розв'язання багатьох екологічно небезпечних проблем. Напрацювання вчених як загальної, так і конкретної спрямованості, охоплюючи широке коло питань щодо безпеки довкілля, довели своє право на широке застосування задля суттєвої зміни складної екологічної ситуації в Україні.

Зрозуміло, що вирішувати екологічні проблеми окремої країни на тлі їхньої всесвітньої глобальності (через загострення суперечностей між постійним зростанням потреб цивілізації й обмеженими ресурсами та можливостями планети) практично неможливо, виникає потреба поєднання відповідних зусиль на регіональному і глобальному рівнях незалежно від релігійних, етнічних й економічних відмінностей різних країн.

Попри активну агітацію, яку розгорнули ЗМІ для популяризації заходів безпеки навколишнього середовища, проблеми його екологічного оздоровлення, на жаль, не втрачають своєї гостроти й актуальності. На рівні ООН визнано небезпеку незворотності окремих глобальних явищ (потепління, продовольча криза, поява нових хвороб). Якщо світова спільнота не зможе цивілізовано регулювати глобальні екологічні проблеми, що й надалі розвиватимуться в негативному для неї напрямі, почнуть діяти суворі і згубні для людства чинники — кліматичні й геологічні катаклізми, нестача продуктів харчування і водних ресурсів (зокрема питної води), повернення старих і поява но-

вих особливо небезпечних захворювань тощо.

Усе це зумовлює необхідність перегляду людством шкали життєвих цінностей у напрямі свідомого й адекватного самообмеження своїх потреб, усвідомлення необхідності переходу на нові цивілізаційні засади з далекозорим переосмисленням можливих наслідків збереження застарілих технологій і визначення подальшого вектора розвитку науково-технічного прогресу на основі нових технологій, які мають забезпечити збереження природних ресурсів і біологічного різноманіття, підвищити екологічний стандарт життя.

Лише за умов цілеспрямованого об'єднання зусиль науковців, громадськості і владних структур усіх країн, формування в суспільстві екологічних поглядів і принципів можна розв'язати нагальні глобальні екологічні проблеми, зберегти життя цивілізації на Землі. Саме тому НАН України направила до ООН пропозицію щодо прийняття «Екологічної конституції Землі».

Оскільки екологічні ідеї поступово знаходять дедалі більше розуміння в суспільстві, сподіваємося, що з часом буде розроблено систему поглядів на майбутнє цивілізації, за яких збереження цілісності навколишнього середовища вважатиметься найвищим пріоритетом у будь-якій діяльності людини, врешті-решт сформується екологічний вектор безпечного, успішного існування людства, чого неможливо досягти без інтенсивного розвитку досліджень раціонально обґрунтованої шкали цінностей життя, формування екологічного світогляду населення, екологічної модернізації світової економіки з урахуванням регіональних аспектів, докорінного підвищення ефективності використання і збереження природних ресурсів планети.

*Д. Гродзинський, О. Дембновецький,
О. Левчук, В. Бойко*

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Резюме

Засновник Української академії наук академік В.І. Вернадський висловив ідею про перетворення біосфери в ноосферу через антропогенний вплив, сила якого вже співмірна з геологічними явищами. Ідея ноосфери стала підґрунтям розвитку екологічних досліджень в установах НАН України. Ці дослідження охоплюють широке коло екологічних проблем — від з'ясування природи біорізноманіття континентальних і водних екосистем до оцінювання екологічних ризиків, зумовлених забрудненням довкілля. Велику увагу приділено розробленню методів екологічного моніторингу, поліпшенню екологічної якості середовища і відновленню біорізноманіття як основи стійкого розвитку.

Ключові слова: екологічна криза, радіонуклідне забруднення, біологічна деструкція, моніторинг навколишнього середовища.

*D. Grodzyns'kyy, O. Dembnovets'kyy,
O. Levchuk, V. Boiko*

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF SCIENTIFIC RESEARCH

Summary

Academician V.I.Vernads'kyy, founder of Academy of Sciences of Ukraine, expressed an idea on biosphere transformation into noosphere through anthropogenic impact commensurable with geological phenomena. Noosphere idea became the basis for the progress of environmental researches at institutions of National Academy of Sciences of Ukraine. As a rule, such researches cover a wide range of environmental problems beginning with the study of the nature of biological diversity of continental and water ecological systems up to evaluation of environmental risks caused by pollution. Great attention is paid to the development of ecological monitoring methods, improvement of ecological quality of environment and restoration of biological diversity to be the basis for steady development.

Keywords: ecological crisis, radioactive nuclide pollution, biological destruction, environment monitoring.