



Мир — це не пауза між війнами, а довгострокова стратегія розвитку людства, заснована на відповідальності, знаннях і цінностях



СЬОГОДНІ В НОМЕРІ



Відсутність звички до вдумливого читання — одна з причин провалу в математиці

Майже кожен другий підліток в Україні не продемонстрував мінімально необхідної математичної та читачкої грамотності, а з природничо-наукових дисциплін — приблизно кожен третій.



Харків розбудовує інженерне майбутнє України

Програма «Інженерне майбутнє України» ставить за мету зберегти наступність наукових і конструкторських шкіл та створити для молодого покоління умови входження у професію.



Металургія України: чи є перспективи відновлення?

По суті, необхідно створити нову металургійну галузь на основі гнучких мініметалургійних заводів, а також відновити та модернізувати вітчизняні підприємства важкого машинобудування, щоб забезпечити власне виробництво обладнання.



Як повернути воду в криниці

В Європі дедалі більших обертів набирає рух за звільнення річок від штучних перешкод, зокрема гребель, і знесення дамб. Нині ми працюємо над проектом, щоб знайти застарілі штучні бар'єри та відновити вільну течію річок Полісся.

Саме так прозвучала головна думка круглого столу, що відбувся в Києві 21 вересня, в Міжнародний день миру, і був присвячений 75-й річниці Української Ради Миру, урокам історії та викликам миру у XXI столітті.

Рівно 75 років тому у вересні 1951 року було створено Український республіканський комітет захисту миру, діяльність якого продовжила Українська Рада Миру. Минуло шість років після закінчення жорстокої довготривалої війни з німецько-фашистськими загарбниками, яка не обминула жодну українську сім'ю, поруйнувала міста і села, залишила сиротами дітей. «Мільйони людей жили з пам'яттю про окупацію, фронт і втрату близьких, — сказав у своєму виступі на засіданні круглого столу голова Української Ради Миру академік НАН України Михайло Згуровський. — Водночас світ входив у нове протистояння, а поява ядерної зброї створила загрозу війни небаченого масштабу».

У таких обставинах народилася організація, яка намагалася підтримувати й відстоювати мир усіма доступними їй методами. Насамперед комунікацією з людьми в Україні та інших країнах, допомогою, роз'ясненнями та інформацією. Недаремно першими керівниками цієї миротворчої організації були представники науки: академіки Микола Семененко, Василь Комісаренко, Олександр Палладін, Борис Патон. Навіть у часи жорсткого протистояння двох світів, у розпал холодної війни Українська Рада Миру та її попередники багато робили задля підтримання і збереження миру.

Після Другої світової на території її учасниць, зокрема й суверенних держав, утворених після розпаду Радянського Союзу, цілі покоління виросли без війни. Це сформувало в людей цілком справедливе відчуття, що в наш цивілізований час — все-таки XXI століття — нерозумно намагатися розв'язувати свої проблеми чи задовольняти амбіції

військовими конфліктами, коли існують міжнародні правила співжиття.

Тож коли путінська росія окупувала український Крим, вдерлася на Донбас, а згодом розгорнула широкомасштабне вторгнення, не всі партнери зрозуміли, що цивілізація торкнулася не всіх, і за мир треба боротися. Так, як це роблять українці з першого дня агресії, а надто — з початком великої війни.

«Для українців мир сьогодні має конкретний зміст. Це збережене життя, повернення людей додому, навчання дітей без загрози обстрілів, повернення військових до родин. Це свобода жити у власній державі, говорити своєю мовою, розвивати культуру й самостійно визначати майбутнє», — зазначив Михайло Згуровський.

Яким має бути мир у XXI столітті та якою є наша відповідальність за нього? Про це говорили у виступах і під час дискусій. Головне, що об'єднувало всіх, — це принципове розуміння: мир для

України має бути справедливим і тривалим, ґрунтуватися на свободі, суверенитеті, безпеці людини, міжнародному праві та спроможності держави захистити своє майбутнє.

«Мир ціною свободи» — неприпустимий, зазначили учасники круглого столу. У XXI столітті мир дедалі більше постає не просто як відсутність війни, а як довгострокова цивілізаційна стратегія, спрямована на збереження і розвиток людського потенціалу. В умовах воєн, технологічних зламів і глобальних криз саме людина — її гідність, знання, здатність до творчості й співпраці — стає ключовим ресурсом відновлення і стійкого розвитку суспільства.

(Детальніше про обговорення на круглому столі питань війни й миру, ролі України у глобальній миротворчій архітектурі та інших важливих тем розповімо в одному з найближчих номерів «Світу»).

Колектив газети «Світ»



Війна. Вистояти і перемогти

Продовжуємо хроніку українського спротиву, яку «Світ» веде з 24 лютого 2022 року

26 червня. URC 2026: запуск Фонду відбудови України

На Конференції з відновлення України (Ukraine Recovery Conference 2026) у Гданську підписали 160 угод на суму понад €10 мільярдів та офіційно запустили Європейський флагманський фонд реконструкції України. Спільна ініціатива Єврокомісії, Франції, Німеччини, Італії та Польщі, якою управляє консорціум Amber Infrastructure Group та Dragon Capital, стартує з капіталом у €265 мільйонів. Найближчим часом фонд залучить €500 млн, а загальна сума мобілізованих інвестицій сягне €7 мільярдів. Кошти спрямують у проекти з енергетики, логістики, промисловості та підтримку бізнесу.

Добрі дрони затекли у «Затоку». Бійці Центру спеціальних операцій «А» Служби безпеки України в межах 40-денної операції впливу на росію завдали успішних ударів по суднах військового забезпечення, що перебували на території суднобудівного заводу «Затока» в тимчасово окупованій Керчі (АР Крим).

Білоруси — таки брати? Починаючи з 2022 року кількість білорусів, які виступають проти участі своєї армії у війні з Україною, не змінюється і становить 55–60 %. Натомість підтримують участь у війні лише 5–7 % білорусів.

27 червня. Літаки не витримують. Люди тримаються

Уночі 27 червня був втрачений винищувач МіГ-29, який виконував бойове завдання у Полтавській області, проте пілот успішно катапультивався.

Забаранили «второво» вдруге. Служба безпеки України вдруге за місяць уразила нафтоперекачувальну станцію «второво», що забезпечує паливом Москву.

Скосили рашокатер на косі. Військово-морські сили ЗСУ знищили катер, який намагався здійснити логістичне забезпечення російських загарбників на Тендрівській косі.

28 червня. «Титану» барикади не допомогли

Наші уразили два ворожі нафтопереробні заводи. Це «слов'янський», розташований у слов'янському накубані Краснодарського краю та Ярославський НПЗ. Підтверджене й влучання українських ракет у три цехи промислового комплексу «титан-барикади» в російському Волгограді із загорянням, а також часткове руйнування у двох цехах. Тут ворог виготовляє артилерійські системи та спеціальну військову техніку, зокрема елементи пускових ракетних установок.

Ворог тисне. Сталося 241 бойове зіткнення Сил оборони України з російськими загарбниками. По наших прилетіли 4 ракети, 277 КАБів, 9873 дронів-камікадзе. Орки здійснили 2773 обстріли населених пунктів та позицій українських військ, зокрема 36 — із реактивних систем залпового вогню.

росіяни, здавайтеся! Бійці 71 окремої аеромобільної бригади Десантно-штурмових військ Зброй-

них Сил України скинули з безпілотників на позиції російських загарбників листівки з нагоди Дня Конституції із закликом здатися в полон.

29 червня. Сили оборони уразили три мости й склад окупантів

Сили оборони України завдали серії влучних ударів по об'єктах російської армії. Як повідомляє Генеральний штаб ЗСУ, упродовж 28 червня та в ніч на 29 червня уражено три мости, склад матеріально-технічних засобів і пункти управління окупантів як на тимчасово захоплених територіях України, так і безпосередньо на території росії.



Черговий акт терору проти цивільних. російські війська завдали масованих ударів по українських містах, спричинивши руйнування та жертви серед мирного населення. У Дніпрі ворожі ракети поцілили в підприємство, внаслідок чого шість людей загинули й 29 дістали поранення, інформує Дніпропетровська ОВА. У Запоріжжі через влучання дрона в пасажирську маршрутку загинули троє людей та ще вісім постраждали, зокрема дитина. Вдень окупанти завдали удару керованою авіабомбою по Харкову, де загинула 23-річна дівчина та поранено ще 10 осіб.

30 червня. «Оборонний» транш від ЄС

Прем'єр-міністр Юлія Свириденко повідомила про надходження першого «оборонного» траншу спеціалізованої від Європейського Союзу. Отримані 3,8 мільярда євро спрямують безпосередньо на розширення вітчизняного виробництва безпілотників та закупівлю термінового забезпечення для підрозділів Сил оборони.

Удари по об'єктах окупантів у Криму. Українські військові завдали серії влучних ударів по військовій та енергетичній інфраструктурі ворога на окупованому півострові. За даними Генштабу ЗСУ, атаковано залізничний міст у Криму, а бійці 413-го полку СБС зне-

шкодили чотири електропідстанції, від яких окупанти живили свої військові об'єкти.

Втрати культурної спадщини. Через російську агресію в Україні на кінець червня 2026 року зруйновано та пошкоджено 1949 пам'яток культурної спадщини (з яких 183 — національного значення) та 2576 об'єктів культурної інфраструктури, зазначає Міністерство культури. Найбільше від загарбників постраждали пам'ятки та заклади культури на Харківщині, Донеччині, Херсонщині, Одещині й Київщині, причому 46 пам'яток та 540 культурних об'єктів знищено повністю.

1 липня. В Україні побільшав винищувачів

Україна підписала зі Швецією угоду про придбання 16 винищувачів Gripen E, перші з яких Повітряні сили ЗСУ отримають вже на початку 2027 року. Як повідомив Президент Володимир Зеленський, літаки будуть оснащені сучасними можливостями для проведення далекобійних ударів, а також далекобійними ракетами Meteor.

Масштабне ураження російських НПЗ та підприємств ВПК. Сили оборони України суттєво розширили географію та інтенсивність далекобійних ударів по воєнно-економічній інфраструктурі ворога. За даними Міноборони, упродовж червня було успішно уражено 11 російських нафтопереробних заводів та 8 підприємств оборонно-промислового комплексу. Зокрема, атаковано НПЗ в уфі за 1300 км від лінії фронту та науководослідний інститут фізичних вимірювань у пензенській області.

2 липня. Масований удар по Києву

росія завдала чергового масованого удару по Україні, випустивши понад 70 ракет та майже 500 безпілотників різних типів. Основним напрямком ворожого удару стала столиця, де внаслідок влучань у житлові будинки та цивільні об'єкти загинула 31 людина і 102 особи дістали поранення. Руйнувань зазнала інфраструктура в усіх районах міста. У метро столиці від російських ракет і дронів перехувалися понад 52 тисячі людей — це найбільша кількість за останні роки. У зв'язку з трагедією 3 червня в Києві оголошено Днем жалоби.

Світовий рекорд української спортсменки. Українська сходовка Людмила Оляновська здобула переконливу перемогу на міжнародному турнірі зі спортивної ходьби в австрійському Айзенштадті. Вона пододала дистанцію в 1 милью (1,6 км) з новим світовим рекордом, перевершивши попередній найкращий результат у цій дисципліні, який тримався протягом 36 років.

3 липня. Україна наרוшує власне виробництво зброї

Президент Володимир Зеленський заявив, що український оборонно-промисловий комплекс вийшов на обсяги виробництва технологічних видів зброї, які в довгостроко-

вій перспективи спроможні перевищити можливості росії. Водночас міністр оборони України Михайло Федоров підтвердив, що найближчими днями держава готується офіційно відкрити експорт озброєнь, для чого вже розроблено необхідні нормативно-правові рішення.

Українців кличуть додому. Міністерство соціальної політики, сім'ї та єдності України у співпраці з урядом Німеччини презентувало інформаційний ресурс «Додому». Нова цифрова платформа покликала надавати всебічну підтримку та консультації громадянам України, які перебувають за кордоном, щодо безпечного повернення на Батьківщину та подальшої цивільної реінтеграції.

4 липня. Атака на кронштадт

Сили оборони України вдарили по портовій нафтовій інфраструктурі у Санкт-Петербурзі та по військовій цілі у кронштадті, повідомив Президент Володимир Зеленський. Кронштадт є одним із головних пунктів базування балтійського флоту росії та розташований за 850 кілометрів від українського кордону. За даними Генштабу ЗСУ, станом на початок липня через систематичні удари українських сил виведено з ладу 42,74 % від загальної проектної потужності російської нафтопереробки.

ЗАЕС укотре залишилася без зв'язку з енергосистемою. Тимчасово окупована Запорізька АЕС увечері 3 липня втратила підключення до української мережі та перейшла на роботу від автономних джерел, повідомила компанія «Енергоатом». За час російської окупації станції це вже 21-й блекаут, який створює загрозу для її безпечної експлуатації.



Український пантеон розмістять у Києво-Печерській лаврі. Кабінет Міністрів ухвалив постанову про розташування Українського національного пантеону на території Національного заповідника «Києво-Печерська лавра», повідомив Український інститут на-

ціональної пам'яті. Меморіальний комплекс буде присвячений вшануванню видатних діячів української історії та захисників держави. Закон про його створення Верховна Рада ухвалила 1 липня.

5 липня. День Військово-морських сил ЗСУ

З нагоди Дня Військово-морських сил України глава держави привітав воїнів ВМС і наголосив: українські військові моряки довели всьому світу, що сила не завжди вимірюється кількістю кораблів чи ресурсів. Водночас речник ВМС Дмитро Плетенчук підкреслив, що через системні втрати та дієву протидію українських сил російський Чорноморський флот фактично перестали виводити в море навіть для запусків ракет «калібр».

Зеленський обговорив з Трампом завершення війни. Президент України повідомив про телефонну розмову з президентом США, під час якої йшлося про ситуацію на фронті та в дипломатії. За підсумками переговорів український лідер відзначив наявність реальної перспективи завершити війну, наголосивши на вирішальному значенні рішучості Америки.

Спецтрибунал над росією проходитиме в Нідерландах. Міністр закордонних справ України Андрій Сибіга повідомив, що уряд Нідерландів ухвалив рішення розмістити на своїй території не лише підготовчі етапи, а й повноцінну операційну фазу Спеціального трибуналу щодо злочину агресії росії проти України.

6 липня. росіяни знову розстрілюють «мать городов русских»

Унаслідок чергової повітряної атаки у Києві нові жертви й руйнування. Епіцентром влучань стали Дарницький та Подільський райони столиці, пошкодження зафіксовані у Голосіївському та Оболонському районах, зруйновані та пошкоджені багатоповерхівки. Дісталося й Київщині: у Вишневому знищено десятки будинків. Начальник управління комунікацій Повітряних сил ЗСУ Юрій Ігнат зазначив, що Силам ППО не вдалося збити жодної з 29 російських балістичних ракет через критичний дефіцит боекомплекту до систем Patriot.

ЗСУ вперше атакували омський нафтопереробний завод. Генеральний штаб ЗСУ підтвердив успішне ураження найпотужнішого НПЗ росії в Омську на відстані майже 2500 кілометрів від українського кордону. Також українські Сили оборони завдали ударів по трьох інших російських НПЗ у Ярославській, ленинградській та калужській областях.

Німеччина заклала мільярди на військову допомогу Україні. Федеральний уряд Німеччини схвалив проект бюджету на 2027 рік, який передбачає виділення 11,6 мільярда євро на військову підтримку України, повідомило видання Spiegel.

За повідомленнями Генерального штабу ЗСУ та інформагентств.
(Продовження в наступному номері)

Відсутність звички до вдумливого читання — одна з причин провалу в математиці

Експертне середовище продовжує обговорювати підсумки міжнародного дослідження якості освіти PISA-2025. Національний звіт за його результатами оприлюднили під час VII Міжнародної науково-практичної конференції «ЕА-2026: освітні оцінювання вчора, сьогодні, завтра».

Коментарі лунають різні, іноді — полярні, від констатації катастрофи до захоплення адаптивністю нашої освітньої системи, змушеної пристосовуватися до воєнних реалій.

Все пізнається в порівнянні

Що ж продемонструвало чергове дослідження?

П'ятнадцятирічні українські школярі показали результати, нижчі за середні в країнах ОЕСР (Організації економічного співробітництва та розвитку): на 34 бали з природничо-наукових дисциплін, на 32 бали з математики й на 43 з читання. Фактично вони відстають від своїх закордонних однолітків на два роки навчання з читання, а з решти предметів — на півтора року.

Середні бали українських школярів за результатами PISA-2025 — 448 з природничо-наукових дисциплін, 431 з математики та 418 з читання. На тлі деяких інших країн ці результати видаються непоганими, а надто з огляду на обставини. Наші діти випереджають однолітків з Болгарії, Молдови й Грузії, проте поступаються підліткам зі Словаччини, Польщі та Естонії в усіх трьох згаданих галузях.

Нагадаємо, що 2025 року відбувся дев'ятий цикл дослідження, до якого залучена 91 країна. Україна вже втретє бере в ньому участь — після 2018 і 2022 років, хоча через загострення небезпеки цього разу в нас вивчали досягнення школярів лише у 17 регіонах з 27. Дослідження не проводили в тимчасово окупованій росією Автономній Республіці Крим, а також у прифронтових Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Луганській, Миколаївській, Сумській, Харківській і Херсонській областях.

З огляду на територіальне охоплення результати 2025 року можна порівнювати з даними 2022-го. Порівняння з 2018 роком має певні обмеження, адже тоді оцінювання пройшли діти з 25 регіонів.

Війна погіршує доступ до навчання

Школярам, які пройшли тестування, випало чимало випробувань: у п'ятому класі — пандемія COVID-19, а в сьомому — повномасштабна фаза російсько-української війни.

«За кожною цифрою PISA — діти, які значну частину свого шкільного життя навчалися спочатку під час пандемії, а потім в умовах повномасштабної війни. Те, що порівняно з 2022 роком результати стабілізувалися, говорить про стійкість наших учнів, учителів і всієї системи освіти», — наголошує міністр освіти і науки України Андрій Бутенко, якого цитує пресслужба МОН.

За його словами, дослідження «чітко показує, де сьогодні найбільш



ші виклики: базові компетентності, читання, нерівність освітніх можливостей, дослідницькі та цифрові навички». Такі висновки мають стати основою для ухвалення рішень в освітній політиці. «Ці дані підтверджують необхідність продовження реформи загальної середньої освіти та допоможуть нам рухатися від стійкості системи до відновлення та поліпшення результатів», — зазначив міністр. Для тих, хто цікавиться результатами впровадження Нової української школи, у звіті прямо заявлено: PISA-2025 не дає змоги оцінити ефективність реформи НУШ.

Третина учнів не досягає базового рівня

Як відомо, PISA вивчає, наскільки 15-річні учні здатні застосовувати набуті знання та вміння в життєвих ситуаціях у трьох ключових галузях: природничо-наукових дисциплінах, математиці та читанні, а також в інших напрямках.

За підсумками дослідження, частка наших школярів, які досягли базового (рівня 2) або вищого рівня з природничо-наукових дисциплін, сягає 65 %, з математики — 54 %, а з читання — 55 %. Відповідно, майже кожен другий 15-річний підліток в Україні не продемонстрував мінімально необхідної математичної та читацької грамотності, а з природничо-наукових дисциплін — приблизно кожен третій.

Саме це є головним викликом для української освіти. Труднощі багатьох школярів мають комплексний характер, охоплюють кілька освітніх галузей. Відносно кращі результати з природничо-наукових дисциплін не змінюють загальної картини: частка учнівства, здатного виконувати складні завдання й застосовувати набуті знання в нестандартних ситуаціях, залишається невеликою в усіх трьох галузях.

Все стабільно чи стабільно погано?

За результатами PISA-2022 зафіксовано істотне зниження успішності українських учнів порівняно з 2018 роком. Така динаміка пояснюється тривалим дистанційним навчанням під час пандемії COVID-19, початком повномасштабної фази війни з переміщенням населення, блякаутами та порушенням освітнього процесу. Проте погіршення результатів у 2022 році спостеріглося і в більшості країн ОЕСР, які не мали таких проблем.

Якщо аналізувати внутрішню ситуацію часів повномасштабної

війни, то Україні, можна сказати, вдалося уникнути катастрофічного падіння. Порівняно з 2022 роком, у 2025-му середні результати наших школярів дещо знизилися в усіх трьох галузях, однак ці відмінності не є статистично значущими.

Водночас на тлі 2018 року результати українського учнівства у 2025-му залишаються істотно нижчими за вказаними напрямками. Найбільше зниження за цей період спостерігається в читанні, де середній результат зменшився на 48 балів. З математики наші підлітки втратили в середньому 22 бали, а з природничо-наукових дисциплін — 21 бал. Загалом результати PISA-2025 свідчать радше про стабілізацію ситуації після значного погіршення (2018–2022 років), ніж про подальше падіння, зазначається у звіті. Це така собі стабілізація на низькому рівні: навіть досягти показників 2018 року нашим учням не вдається.

Читання без розуміння та бажання

В Україні на освітянських форумах частіше обговорюють проблеми із засвоєнням природничо-математичних дисциплін, хоча бити на сполох треба передусім через нездатність дітей сприймати тексти, їх інтерпретувати, аналізувати й критично оцінювати. На думку авторів доповіді, значною мірою це пов'язано з відмінністю підходів до розуміння читацької компетентності серед засновників PISA та авторів наших шкільних програм і підручників, створених відповідно до Держстандарту 2011 року. За документами PISA-2018, читацьку грамотність визначено як «здатність учня розуміти, використовувати, оцінювати й осмислювати письмовий текст для досягнення певних цілей, розширювати свої знання й читацький потенціал, а також готовність брати активну участь у житті суспільства».

Під час тестування у межах PISA нашим підліткам було не просто відійти від банального переказування змісту. Найскладнішими для них виявилися завдання, покликані перевірити здатність інтегрувати інформацію і формулювати висновки, виявляти й пояснювати суперечності, шукати й обирати відповідні тексти, а також оцінювати якість і надійність інформації. Та передусім 15-річні українські школярі не люблять і не хочуть читати довгі розповіді. І їх лякають зовсім не багатотомні історичні романи! Завдання різної складності

до текстів обсягом понад 350 слів більшість підлітків під час дослідження залишали без належної відповіді.

Найгірше вміють працювати з текстами саме хлопці: під час дослідження PISA у 2025 році порівняно з 2022-м середній результат українських школярів з читання знизився з 415 до 402 балів, а школярки — лише з 438 до 434.

Утім, зниження рівня читацької грамотності спостерігається не тільки в Україні. За даними ОЕСР, між 2018 і 2025 роками середній результат із читання знизився в переважній більшості країн, до того ж падіння в цій галузі виявилось стрімкішим, ніж у математиці й природничо-наукових дисциплінах, і це вже стійка тенденція. Тим часом читання «потрібне не лише для роботи з художніми текстами, а й для розуміння математичних і природничо-наукових завдань, аргументації, критичного мислення та участі в суспільному житті», нагадують автори звіту. Саме тому погіршення результатів у цій галузі варто розглядати як один із ключових викликів для освітньої політики, а не як проблему викладання окремого предмета.

Складнощі з обґрунтуванням відповіді

Під час вивчення результатів природничо-наукової освіти брали до уваги не тільки знання предмета і природничо-наукову грамотність. Зважали й на вміння учнів пояснювати явища науково, оцінювати дизайни досліджень та наукову інформацію для ухвалення рішень, застосовувати природничо-наукові знання й уміння в контекстах довкілля, клімату, ресурсів і сталого розвитку.

У цьому базового або вищого рівня досягають 68 % учнів за вмінням «пояснювати явища науково» і 62 % — за здатністю «оцінювати дизайни для наукового дослідження». Складнішими для наших школярів виявилися завдання, що потребують аналізу досліджень, критичної інтерпретації даних і доказів, оцінювання інформації та обґрунтування рішень.

Найпоширеніший недолік під час виконання більшості завдань — відсутність належного обґрунтування навіть за правильного вибору відповіді. Учні мають труднощі в читанні графіків, діаграм і таблиць, повному врахуванні усіх параметрів для розв'язання завдань.

Аналізуючи рівень математичної компетентності, автори звіту наголошують: зниження здатності до вдумливого читання та аналізу тексту, невміння виділяти суттєві умови задачі безпосередньо позначається на здатності працювати з математичними текстами. Тобто зниження рівня читацької компетентності школярів призводить до погіршення компетентності математичної. Діти не можуть впоратися з багаторівневими умовами завдань, що містять певний контекст, таблиці, графіки, додаткові пояснення, не доходять до власне математичної частини задачі або роб-

лять висновки на основі частково прочитаної інформації.

Виявлені 2018 року типові труднощі українських школярів під час розв'язування математичних завдань актуальні й сьогодні, до того ж за низкою напрямів простежується погіршення результатів. Одна з найпоширеніших проблем — неправильні міркування та обчислювальні помилки. Школярі часто виконують обчислення без достатнього осмислення умови, плутають математичні операції, некоректно працюють з відсотками, дробами, наближеними значеннями. Підлітки ігнорують вимоги пояснити хід міркувань; мають труднощі з наближеними значеннями й оцінюванням величин; лише частково враховують умови задачі; не обґрунтовують відповідь; схильні працювати з конкретними числами замість узагальнених даних і буквених виразів; мають труднощі під час роботи з графіками, діаграмами й таблицями.

У межах PISA-2025 вивчали також здатність підлітків навчатися у цифровому світі, зокрема рівень обчислювального мислення. Останнє дає змогу успішно розв'язувати проблеми за допомогою цифрових моделей, алгоритмів і програмування: формалізувати проблему, перевіряти припущення, аналізувати дані, знаходити помилки й удосконалювати рішення. Українські школярі набрали за цією шкалою в середньому 478 балів, що на 22 бали нижче за показник країн ОЕСР.

Освітні можливості залежать від статків родини

Результати дослідження мають стати вагомим підставою для коригування освітньої та соціальної політики, проте водночас вони є свідченням стійкості української освітньої системи й суспільства загалом. Навіть за таких безпрецедентних викликів наші діти продовжують навчатися!

Звісно, загальні тенденції до погіршення знань школярів або до їхньої стабілізації на невисокому рівні зумовлені насамперед зовнішніми чинниками: війна викликає стрес у дітей та вчителів, не сприяють навчанню нестабільні освітнього процесу, обстріли, відключення світла й тепла. Водночас автори доповіді зазначають, що соціально-економічний статус школярів за будь-яких часів залишається одним із найсильніших і найстійкіших чинників, пов'язаних із навчальною успішністю. Війна поглиблює нерівність, і на цей факт варто звернути особливу увагу. Держава має зробити все можливе, щоб місце проживання чи статки сім'ї школяра не мали визначального впливу на його освітні можливості. Лише так можна протидіяти консервації освітньої бідності, посиленої війною.

Анна ЛУКАНСЬКА.

Інфографіка з Національного звіту за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2025

Харків розбудовує інженерне майбутнє України

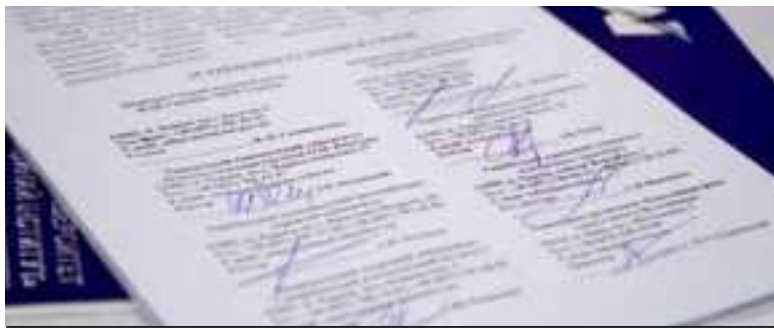
11 вересня на базі Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (ХАІ) започатковано Північно-Східний регіональний інженерно-науковий кластер. Він стає наступною ланкою Всеукраїнської програми «Інженерне майбутнє України», покликаної сформувати безперервну систему розвитку інженерних талантів — від шкільного захоплення технікою до опанування передової університетської освіти й професійної роботи у високотехнологічній індустрії.

У Харкові підписано Угоду про створення Північно-Східного регіонального інженерно-наукового кластера. До співпраці долучаються академічна наука, технічні університети, Мала академія наук України, промислові підприємства та благодійники. Їхнє спільне завдання — допомогти молоді здобути інженерну професію, опанувати сучасні технології та знайти можливості для реалізації своїх здібностей в Україні.

Харківська ініціатива продовжує практичне втілення Всеукраїнської програми «Інженерне майбутнє України» (Future of Ukraine: Engineering Renaissance). Перший її регіональний осередок — Придніпровсько-Східний інженерно-промисловий центр — було створено 22 червня 2026 року в Національному технічному університеті «Дніпровська політехніка». Наступними кроками мають стати подібні центри на заході країни, на базі львівських університетів і наукових установ, та в центральній Україні, на базі київських навчально-наукових закладів. Мережа цих взаємопов'язаних центрів стане новою національною системою відтворення інженерного людського капіталу, головного ресурсу повоєнного відродження країни, за стандартами й запитами високотехнологічної індустрії.

У цій мережі кожен регіон спиратиметься на власні наукові школи та промислову спеціалізацію. Для Харкова така співпраця має особливе значення. Посадження університетської освіти, академічних досліджень і високотехнологічного виробництва визначає його інженерну традицію. Сьогодні завдання полягає в тому, щоб зберегти наступність наукових та конструкторських шкіл і створити для молодого покоління умови входження у професію. Спільні з науковими установами й роботодавцями лабораторії, дослідницькі команди та виробничі проекти мають стати практичними місцями цієї взаємодії.

На першому етапі діяльності Північно-Східного регіонального інженерно-наукового кластера університетське коло партнерів охоплює ХАІ, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харківський національний університет радіоелектроніки, Харківський національний університет міського господарства



імені О.М. Бекетова, Харківський національний автомобільно-дорожній університет та Український державний університет залізничного транспорту. Такий склад дає змогу поєднати підготовку фахівців для авіації, машинобудування, електроніки, транспорту й міської інфраструктури. Кластер відкритий для подальшого розширення кола партнерів.

Високотехнологічний бізнес у підписаних угодах Придніпровсько-Східного інженерно-промислового центру та новоствореного Північно-Східного регіонально-

го інженерно-наукового кластера представляє компанія «Прогрестех-Україна», що спеціалізується на авіаційній інженерії та є стратегічним партнером одного зі світових лідерів авіабудування — компанії Boeing. Підтримку Всеукраїнської програми «Інженерне майбутнє України», залучення ресурсів та сприяння її реалізації в зазначених регіонах бере на себе Благодійний фонд імені Святого Володимира.

Науково-методичну координацію передбачено за Північно-Східним науковим центром НАН України і МОН України. Його участь

має забезпечити залучення академічних установ до спільних досліджень, експертний супровід та впровадження наукових результатів. ХАІ як базовий університет сприятиме взаємодії закладів вищої освіти регіону, розвитку спільних інженерних лабораторій, дуальних освітніх програм і літніх інженерних шкіл.

Роль Національного центру «Мала академія наук України» пов'язана з раннім виявленням та підтримкою здібної шкільної молоді. На цьому етапі планується розвивати STEM-освіту, яка поєднує природничі науки, технології, інженерію та математику. Інженерні конкурси, олімпіади, фестивалі й хакатони мають допомагати виявляти здібності та підтримувати інтерес до техніки. Подальша робота передбачає поглиблену підготовку, літні школи, навчальні дослідження й доступ до лабораторій. До цієї взаємодії залучатимуть також заклади професійної та фахової передвищої освіти.

До програми харківської зустрічі увійшли відкриття заходу й окреслення стратегічних перспектив подальшого розвитку регіону, про що учасникам цієї важливої події розповів віцепрезидент НАН України, голова Північно-Східного наукового центру НАН України і МОН України академік Володимир Семиноженко. Всеукраїнську програму «Інженерне майбутнє України» представив голова Української Ради Миру академік НАН України Михайло Згуровський. Про діяльність компанії «Прогрестех-Україна» у співпраці з Boeing та організації дуальної освіти з університетами України розповів у своїй доповіді директор цієї компанії Олег Уруський. Вів зустріч, а також підбив її підсумки ректор ХАІ Олексій Литвинюк.

Посадження питань, які розглядалися на цій зустрічі, відобразило головний задум кластера: узгодити довгострокову модель підготовки висококваліфікованих інженерних кадрів з конкретними можливостями загальноосвітніх шкіл, університетів і високотехнологічних підприємств регіону.

В основу цієї моделі закладено послідовність: «Школа → Університет → Інженерно-науковий кластер → Високотехнологічна індустрія». Ця формула відображає зрозумілу освітню траєкторію: школяр дістає можливість спробувати себе в інженерній творчості, студент — працювати над реальними технічними завданнями високотехнологічної компанії, а випускник — увійти у професійне середовище, з яким познайомився завдяки спеціалізованій підготовці, практиці та наставництву.

В університетах, що стали учасниками кластера, ключовим механізмом буде дуальна освіта, суть якої — узгоджене поєднання фундаментального навчання з практичною підготовкою на підприємствах. Роботодавці долучатимуться до розроблення освітніх програм, формування професійних вимог і постановки інженерних завдань. Студенти зможуть проходити практику й стажування, працювати з наставниками, брати участь у дослідницьких і конструкторських проектах. Окремо передбачено підвищення кваліфікації викладачів університетів Придніпровсько-Східного й Північно-Східного регіонів, яке вже найближчим часом розпочнеться на базі «Прогрестех-Україна», адже оновлення інженерної освіти потребує їхнього постійного зв'язку з сучасним виробництвом.

Результативність такої співпраці визначатиметься тим, скільки молодих людей пройдуть шлях від зацікавлення інженерією до опанування професії та роботи за фахом. Концепція Всеукраїнської програми «Інженерне майбутнє України» передбачає охоплення учнів STEM-підготовкою, вступ на інженерні спеціальності, проходження дуального навчання, працевлаштування у високотехнологічній індустрії та участь молоді в інноваційних проектах. І оцінювання цієї роботи на кожному етапі. Результати мають показувати, які освітні й партнерські механізми працюють і що ще потребує вдосконалення.

Відтворення інженерного людського капіталу означає також професійний розвиток упродовж життя. Справжній фахівець, навіть із вагомим досвідом, намагається оновлювати свої знання, освоювати нові технології й передавати досвід молодшим колегам. Завдяки такій наступності інженерні школи мають можливість розвиватися, а країна — нарощувати власну технологічну спроможність.

Серед потенційних промислових партнерів Північно-Східного регіонального інженерно-наукового кластера — АТ «Українські енергетичні машини», АТ «Світло Шахтаря», ДНВП «Об'єднання Комунар», ПАТ «Завод Південкабель» та Харківське державне авіаційне виробниче підприємство. Їхня участь має допомогти пов'язати зміст навчання з практичними потребами індустрії та сприяти працевлаштуванню випускників.

Технологічні пріоритети кластера охоплюють авіаційну й космічну техніку, безпілотні авіаційні системи та оборонні технології. Інші взаємопов'язані напрями — штучний інтелект, робототехніка, електроніка, кібербезпека й цифрове машинобудування. Передбачено також роботу з новими конструкційними матеріалами, адитивними технологіями й інтелектуальними виробничими системами. Співпраця університетів різного профілю і наукових установ дає основу для міждисциплінарних команд, здатних виконувати комплексні інженерні завдання. Підтримка молодіжних досліджень і стартапів має допомогти доводити перспективні ідеї до практичного застосування.

Як повідомив голова Північно-Східного наукового центру академік НАН України Володимир Семиноженко, сформовано Координаційну раду та робочу групу з підготовки програми дій кластера. Її буде запропоновано для обговорення керівництву регіону. Наступний етап передбачає широке залучення закладів середньої та професійної освіти, університетів і підприємств Харкова та Північно-Східного регіону.

Відкриття харківського кластера наближає цей задум до практичної реалізації. Для повоєнного відродження Україні потрібні люди, здатні проектувати енергетичні системи, відновлювати транспортну інфраструктуру, розвивати оборонні технології та створювати конкурентоспроможні виробництва. Їхнє професійне становлення триває роками. Тому розбудова мережі інженерних центрів уже сьогодні є внеском у здатність України забезпечувати власний розвиток і давати молоді перспективу професійного майбутнього вдома.

**Підготувала
Лариса ОСТРОЛУЦЬКА.
Фото із сайту ХАІ**

Металургія України: чи є перспективи відновлення?

Металургія завжди була однією з найбільших галузей вітчизняної економіки: вона виробляла сировину для більшості інших сфер і забезпечувала до 5,8 % ВВП України, 10,5 % промислової продукції, понад 40 % обсягів зовнішньої торгівлі та майже 42 % валютних надходжень. У металургійній галузі було зайнято майже 13 % усіх працівників. У 1991 році гірничо-металургійний комплекс (ГМК) давав близько чверті ВВП. Але потім розвиток галузі припинився і почалася руйнівна експлуатація радянського спадку без відновлення й модернізації.

Нинішня війна, починаючи ще з 2014 року, а тим паче широкомасштабна, теж зробила свій негативний внесок, особливо враховуючи, що окупованими та зруйнованими стали регіони активного надкористування, які завжди працювали на металургійну промисловість.

Як вийти з кризи... і зайти знову

Економічна криза 1991–1995 років, розрив економічних зв'язків між виробниками та споживачами металургійної продукції, дефіцит оборотних коштів, згортання бюджетного фінансування й тиск конкурентів призвели до різкого падіння обсягів виробництва. Виплавка чавуну скоротилася на 52,4 %, а сталі — на 53,4 %.

Однак металургія була першою галуззю України, яка вийшла з трансформаційної кризи швидко, переорієнтувавшись із внутрішнього ринку на експорт. Завдяки експортній орієнтації металургійні підприємства у 2007 році досягли найбільших після 1990-х обсягів виробництва: чавуну — 35,6 млн т; сталі — 43,65 млн т; готового прокату — 36,2 млн т; труб — 2,8 млн т. Наявність висококваліфікованих кадрів, власної сировинної бази та виробничих потужностей дала змогу металургії вистояти й розвиватися далі. Водночас експортна орієнтація зробила її залежною від кон'юнктури світового ринку. Після кризових 2008–2009 років ситуація значно погіршилася: частка чорної металургії у ВВП скоротилась у 2,5 раза: з 5,8 % у 2007-му до 2,3 % у 2015-му, а в загальному обсязі експорту товарів зменшилася майже вдвічі: з 40 % до 23,6 %.

Проблема полягала в тому, що після розпаду СРСР металургійні заводи перейшли новим власникам майже задаром. А отримане задешево не шкода й виснажувати. Це й відбувалося з підприємствами. І що цікаво: на зовнішньому ринку металопродукція продавалася за світовими цінами, а на внутрішньому — вище від світових. Заробітну плату працівникам виплачували як десь у слаборозвинених країнах. Відбувалася жорстка експлуатація робочої сили. Використання застарілих технологій зумовлювало колосальну енергомісткість виробництва, що відчутно підтримувало його конкурентоспроможність. Такою металургія значною мірою залишається й сьогодні:



низькоефективною, з морально й технічно застарілим виробництвом, з великим споживанням енергії, зі значними шкідливими викидами.

Модернізація не відбувалася. Власники підприємств отримували надприбутки, вкладаючи лише необхідний мінімум у підтримку життєдіяльності обладнання та аж ніяк не дбаючи про наслідки для довкілля і здоров'я людей. Через застарілі технології практично не застосовувалися методи прямого відновлення залізних руд, які належать до п'ятого технологічного укладу. Конкурентоспроможність України у світовій металургії почала катастрофічно падати.

А за цей час розвинені країни створили конкурентоспроможні металургійні потужності з енергоефективними технологіями та прогресивною структурою виробництва, що відповідали світовим екологічним вимогам.

Одним із недоліків розвитку металургії на цьому етапі був також інституційний розрив, що виник між виробниками продукції та працівниками холдингів, які говорили різними мовами. Виробники — це зазвичай фахівці високого рівня в металургії та інших технологічних процесах. А в холдингах працюють переважно юристи й економісти, які мало розуміють у металургії, але є віртуозами в питаннях збуту, маркетингу, оптимізації оподаткування тощо.

У 2021 році глобальний випуск сталі у світі зріс до 1,95 млрд т, або на 3,7 % порівняно з 2020 роком. 2021 рік був успішним і для України: виплавка сталі в нас збільшилася на 3,6 % — до 21,4 млн т. Україна ввійшла до двадцятки провідних виробників сталі у світі.

Війна та внутрішні проблеми

Але почалася повномасштабна російська агресія. Окупація частини території на сході, де розміщені основні потужності, руйнування через постійні атаки, порушення логістики, втрати персоналу призвели до скорочення виробництва сталі втричі.

Ще на початку повномасштабного вторгнення перестали діяти «Азовсталь» та комбінат імені Ілліча в Маріуполі, знищено Авдіївський коксохімічний завод, цьо-

го року ракетних ударів зазнали «Запоріжсталь», «АрселорМіттал Кривий Ріг», а на початку вересня рашисти балістичним ударом зупинили роботу комбінату в Кам'янському.

У 2022 році українська металургія виробила лише 6,4 млн т сталі (29,9 % до попереднього року), з яких понад половину (3,4 млн т) — за перші два місяці.

За даними World Steel Association (Всесвітньої асоціації виробників сталі), глобальне виробництво сталі за підсумками 2024 року знизлося порівняно з 2023-м на 0,9 % — до 1,839 млрд т. До першої десятки країн-виробників у 2024 році увійшли: Китай — 1,005 млрд т (-1,7 %), Індія — 149,6 млн т (+6,3 %), Японія — 84 млн т (-3,4 %), США — 79,5 млн т (-2,4 %), РФ — 70,7 млн т (-7 %). Виробництво сталі в Україні у 2024 році становило 7,57 млн т (+21,6 % до попереднього року), і вона посіла 24 місце у світовому рейтингу виробників.

Окрім проблем, які принесла усім галузям промисловості, й особливо металургії, широкомасштабна війна, залишалася, так би мовити, внутрішні проблеми, пов'язані з критичним рівнем зношення основних фондів та невиконанням правил використання коштів амортизаційних нарахувань і частини прибутку на їхнє оновлення, а також із різким погіршенням фінансово-економічних показників — зокрема через відсутність державного контролю за встановленням реальних тарифів на послуги природних монополій.

Серед причин, які призвели до такого становища, можна назвати високі тарифи на електроенергію для промисловості — часто в рази вищі, ніж у країнах ЄС, та ще й за 100 % передоплати, що «заможує» значні кошти; вплив кадрів (нинішні обставини аж ніяк не залишають підстав сподіватися на швидке розв'язання цієї проблеми); безсистемність інституційних та структурних перетворень, зокрема сформовану в державі та конкретній галузі олігархічно-кланову систему з неконтрольованими монополіями. Не останнє місце посідає й низький рівень компетентності представників системи управління та висока коруп-

ційна складова. Перелік можна продовжити.

Завдання на сьогодні й завтра

Металургійна галузь сьогодні потребує створення сучасного, розвинутого виробництва на основі нових технологій та організаційних підходів, побудови нових глобальних виробничо-збутових ланцюжків. І звичайно, потрібен стабільний і справедливий мир.

Нам не потрібне відновлення технологій, розроблених ще 100 років тому. Як і відтворення неефективних, енергомістких, неекологічних, неконкурентних виробництв із великою кількістю відходів. Навпаки, є необхідність у створенні нових перспективних технологій. І тут особливе сподівання має бути на науку.

Водночас згадаймо, що за останні десятиліття практично було знищено галузеву й заводську науку, яка найближче стояла до проблем галузі й допомагала їх розв'язувати. Кому тепер потрібно так тісно працювати з галуззю? І кого ця проблема повинна найбільше турбувати: власників підприємства чи державу? Міжнародна практика засвідчує, що в передових країнах світу такою наукою опікується і фінансує її переважно бізнес, який і отримує основні прибутки з галузі. Це не означає, що державу не цікавить цей спектр проблем. Звичайно, цікавить. Держава має свої плюси від успішного розвитку металургії, як і інших галузей економіки, і має виступити партнером у її перебудові. Однак фінансувати прикладні наукові установи, які досліджують проблеми розвитку металургії, розробляють нові матеріали й технології тощо, доцільніше бізнесу — він краще розуміє свої слабкі місця, завдання, які слід виконати, і знає конкретні результати, яких хоче досягти. Роль держави тут є більш контрольно-дозвільно-регульовальною, що не заперечує її фінансової участі. Хоча якщо зважити на сучасні реалії й наші фінансові обставини, то ці можливості поки що невеликі.

Окрім суто виробничих, кожне металургійне підприємство має такі серйозні проблеми, як відходи, накопичені за довгі роки. Це мільярди тонн. З одного боку, йдеться про шкідливі залишки, які необхідно утилізувати. А з іншого — в них ще міститься чимало корисних копалин, які за старих технологій потрапляли у відвали. Сьогодні їх варто розглядати як сировину для подальшого перероблення. І те, що підприємства, які їх накопичили, нічого в цьому напрямі не роблять, попри шкоду для екології, не означає, що так і має бути. Держава мала б замислитися хоча б над запровадженням екологічного податку, частину якого, до речі, можна було б спрямувати на оплату перероблення відходів.

А ще ж нам як кандидату в члени ЄС необхідно враховувати світовий та європейський курс на розвиток «зеленої металургії», орієнтири Європи щодо зменшення викидів вуглекислого газу (до 250 кг викидів на тону сталі до 2050 р.), повної відмови від використання викопних видів палива і витіснення технологій зі шкідливими викидами. Для нас це досить велика проблема. До речі, стимулюючи промисловість до зменшення викидів, ЄС встановив високі податки — у середньому 30 євро за

тону викидів CO₂. Тож і нам необхідно вже передбачати системну екологічну політику для впровадження новітніх технологій.

Неабиякі ризики для розвитку металургії України несе й запровадження механізму трансграничного вуглецевого коригування імпорту CBAM (Carbon Border Adjustment Mechanism), ухваленого Європейським Союзом. По суті, це спеціальний фіскальний інструмент, що має змусити виробників імпортової продукції сплачувати ціну за викиди діоксиду вуглецю. CBAM сплачуватиметься під час експорту нашої продукції до країн ЄС, чого ще, схоже, не зрозуміли власники підприємств і навіть урядовці. У такий спосіб ЄС захищає власні ринки від постачальників із країн, які не запроваджують ціну на вуглецеві викиди. На практиці це означатиме додаткову вартість доступу до ринків ЄС для країн із нерозвинутою кліматичною політикою, зокрема й для України.

Зрозуміло, що впровадження CBAM призведе до зниження конкурентоспроможності українського експорту, збільшення витрат наших виробників, скорочення промислового виробництва і загалом ВВП, а також — зменшення доданої вартості в промисловості, доходів від податків і погіршення сальдо торговельного балансу. Ланцюжок, як бачимо, довгий, однак ці проблеми вже час розв'язувати.

У країні з ринковою економікою цим зазвичай опікуються власники підприємств. Але оскільки металургія робить значний внесок в економіку країни, забезпечує велику кількість робочих місць у своїй та супутніх галузях, держава не може стояти осторонь. Необхідно формувати систему заходів, розробляти стратегію розвитку. І водночас ці дії не мають супроводжуватися пільгами, дотаціями, створенням тепличних умов, які обмежують інтереси громадян і змушують їх платити більше за жадібність олігархів від металургії та їхнє небажання інвестувати кошти в модернізацію та розвиток галузі.

А в чому мають полягати її протекційні заходи? У створенні економічних умов для:

— прискореного оновлення та модернізації виробничих процесів на основі енергоощадних та екологічно чистих технологій за світовими стандартами;

— підтримки фундаментальних і прикладних досліджень для забезпечення інноваційного розвитку галузі (з переважною фінансовою участю металургійних холдингів);

— сталого розвитку гірничо-металургійного комплексу на новій технологічній основі, що передбачає розширення асортименту та зростання випуску продукції.

По суті, необхідно створити нову металургійну галузь на основі гнучких мініметалургійних заводів, а також відновити та модернізувати вітчизняні підприємства важкого машинобудування, щоб забезпечити власне виробництво обладнання для впровадження в ГМК новітніх екологічних, безпечних і енергоефективних металургійних та гірничовидобувних технологій.

Володимир ХАУСТОВ,
заслужений економіст України,
вчений секретар ДУ «Інститут економіки та прогнозування Національної академії наук України»

Основи стратегічної переваги у сучасній війні

Швидкість та якість адаптації оборонно-технологічних комплексів

«Сучасна війна — це вже не змагання окремих зразків техніки.

Це змагання моделей управління їх життєвим циклом».

В.П. Горбулін

Сучасна російсько-українська війна переконливо довела: стратегічна перевага дедалі більше визначається не лише тактико-технічними характеристиками окремих зразків озброєння, а й швидкістю та якістю адаптації складних оборонно-технологічних комплексів до безперервно змінюваних умов бойових дій.

За таких обставин сучасна війна постає як складний міждисциплінарний феномен, що охоплює наукові, технологічні, економічні, організаційні, правові та соціальні аспекти держави. Саме тому вона потребує системного наукового осмислення.

Недаремно епіграфом до статті обрано слова академіка НАН України Володимира Горбуліна: вони точно передають не лише характер сучасної війни, а й загальні тенденції розвитку науки, технологій і суспільства у XXI столітті — перехід від змагання окремих технічних рішень до змагання моделей управління, швидкої адаптації та ефективної організації виробництва, де вирішальною стає здатність скорочувати час на всіх етапах створення озброєння, забезпечуючи його модернізацію та адаптацію до нових викликів, зокрема на полі бою.

По суті, сьогодні час стає одним із найважливіших стратегічних ресурсів: його економія визначає здатність держави підтримувати належний рівень обороноздатності та зберігати стратегічну ініціативу.

Науково обґрунтовані підходи до створення, випробувань, модернізації та експлуатації високотехнологічних систем набувають міждисциплінарного характеру, поєднуючи інженерні рішення, економічний аналіз, статистичне моделювання, правове регулювання та сучасні методи управління. Адже проблеми сьогодення неможливо розв'язати в межах окремих наукових дисциплін — джерелом нової якості досліджень стає синергія фундаментальних, технічних, економічних, правових та гуманітарних знань.

Повномасштабна війна вимагає від наукових досліджень принципово нового змісту. Стрімкий розвиток високоточної зброї, безпілотних апаратів, засобів радіоелектронної боротьби, цифрових технологій та автоматизованих систем управління має поєднуватися з надійністю техніки, здатністю до її модернізації та швидкої адаптації до нових загроз.

У результаті багаторічної роботи колективу дослідників сформовано наукову платформу, що поєднала фундаментальні дослідження, методи ситуаційного моделювання та статистичного прогнозування, випробувальну базу, інженерні рішення й практичні рекомендації — спрямовані не лише на забезпечення електромагнітної стійкості військової техніки та об'єктів критичної інфраструктури, а й на підвищення точності їх функціону-



Ракетний боєприпас на стенді

вання, вдосконалення випробувань і модернізації та ефективне управління повним життєвим циклом технологічних комплексів.

Важливим підсумком цих досліджень стало створення сучасної системи сертифікаційних випробувань, впровадження якої забезпечило високий рівень надійності та стійкості об'єктів енергетичної інфраструктури, підприємств оборонно-промислового комплексу та зразків військової техніки до електромагнітного впливу.

Результати роботи знайшли практичне застосування під час випробувань продукції в ДП НАЕК «Енергоатом», КБ «Південне», Державному Київському конструкторському бюро «ЛУЧ», ДП «Харківське конструкторське бюро з машинобудування ім. О.О. Морозова», Державному НДІ хімічних продуктів і на інших підприємствах.

Математичні моделі та інженерні рішення також використано для модернізації систем заземлення й електромагнітного захисту всіх українських атомних електростанцій і понад 1200 підстанцій напругою 35–750 кВ, що дало змогу суттєво підвищити надійність енергосистеми держави та забезпечити багатомільярдний економічний ефект.

Наукове значення здобутих результатів виходить далеко за межі практичного застосування: створено методологічні передумови для вдосконалення підходів до оцінювання, модернізації та управління сучасними високотехнологічними об'єктами й об'єктами критичної інфраструктури.

У роботі вперше запропоновано систему статистичних показників управління складними оборонно-технологічними комплексами, яка дає змогу комплексно оцінювати швидкість розроблення, ефективність використання ресурсів, тривалість життєвого циклу, темпи модернізації, якість адаптації до нових викликів та економічну результативність функціонування таких комплексів — від виникнення наукової ідеї до серійного виробництва, модернізації та практичного застосування. Ідеться також про оцінювання технологічної гнучкості, синергетичного ефекту інтеграції різних галузей знань та економії часу як самостійного чинника бойової ефективності й стратегічної стійкості держави.

Багатогалузева структура НАН України створює умови для ефек-

тивної взаємодії різних наукових напрямів, забезпечуючи швидкість, якість і синергію у здобутті та впровадженні нових знань.

Важливо, що Академія не лише досліджує закономірності виникнення системних суперечностей, здатних переростати у збройні конфлікти, а й щоденно працює над новими матеріалами, технологіями, системами захисту та підходами до управління, які зміцнюють обороноздатність держави.

У цьому, вочевидь, і полягає один із найважливіших уроків сучасності: стратегічна перевага дедалі частіше народжується на стику наук, технологій, зокрема інформаційних, економіки, права та організації роботи.

Масштаби досліджень, виконаних Науково-дослідним та проєктно-конструкторським інститутом «Молнія», значно виходять за межі завдань забезпечення електромагнітної стійкості та сумісності: фактично йдеться про комплекс взаємопов'язаних наукових, технологічних, організаційних та управлінських рішень, спрямованих на вдосконалення розроблення, випробувань, модернізації та застосування сучасних зразків озброєння, ракетної техніки й об'єктів критичної інфраструктури.

За роки досліджень сформовано наукову базу, що об'єднала фундаментальні дослідження у галузі електродинаміки, фізики високих напруг, математичної фізики, електротехніки, статистики й теорії управління з прикладними розробками в сфері розрахунків, випробувань, сертифікації та практичного впровадження технічних рішень.

Особливе значення мають теоретичні основи статистичного й фізичного аналізу електромагнітних явищ, удосконалені методи розрахунку електричних полів, а також підходи до дослідження коронних розрядів і систем заземлення.

На цій основі сформовано експериментальну базу, що забезпечує проведення випробувань відповідно до сучасних міжнародних вимог. Розроблені високовольтні випробувальні комплекси дають змогу досліджувати стійкість зразків військової техніки, засобів ураження, систем протиповітряної оборони та об'єктів критичної інфраструктури до впливу потужних електромагнітних збурень.

Здійснені дослідження сприяли формуванню нових підходів до

забезпечення стійкості, які ґрунтуються на поєднанні фундаментальної науки, статистичного (зокрема ситуаційного) моделювання та сучасних методів випробувань.

Фактично йдеться про створення нової моделі управління, у якій технічні, технологічні, економічні, організаційні та правові аспекти розглядаються в органічній єдності. В основу цієї концепції вперше покладено систему статистичних показників, яка дає змогу комплексно оцінювати й моніторити зазначені аспекти, а також суспільні чинники функціонування сучасних високотехнологічних об'єктів.

Запропонована концепція охоплює весь життєвий цикл виробів — від фундаментальних досліджень і дослідно-конструкторських робіт до випробувань, серійного виробництва, експлуатації, модернізації та вдосконалення — і дає змогу комплексно оцінювати ефективність їхнього функціонування.

Особливе місце в системі посідають показники, що характеризують рівень інноваційності, технологічної адаптації, швидкість внесення конструктивних змін, ефективність використання ресурсів, економію часу, темпи модернізації, надійність виробів та синергетичний ефект інтеграції різних галузей знань.

Це вперше дало змогу кількісно оцінювати категорії, які донедавна можна було лише описувати, — швидкість адаптації, ефективність моделей управління, якість організації досліджень, а також вплив організаційних і правових механізмів на результативність проєктування, випробування, виробництва, експлуатації та модернізації озброєння, ракетних систем та об'єктів критичної інфраструктури.

Важливим результатом стало застосування інтервальних оцінок, які враховують високий рівень невизначеності сучасних воєнних конфліктів і дають змогу адекватніше враховувати ризики та альтернативні сценарії розвитку подій.

За підсумками статистичного, зокрема ситуаційного, моделювання встановлено, що вдосконалення механізмів управління, адаптації, організації випробувань і модернізації здатне суттєво підвищити ефективність функціонування сучасних високотехнологічних виробів та об'єктів.

Для окремих класів ударних ракетних комплексів, систем протиповітряної та протиракетної оборони очікуваний річний економічний ефект може становити 9–11 млрд грн, для об'єктів критичної інфраструктури — 5–7 млрд грн на рік. За розрахунками авторів, для ракетної техніки це означає зростання оборонної ефективності бюджетних коштів приблизно у 2,2–2,5 раза: держава отримує більш ніж подвоєний результат на кожну гривню, вкладену в ракетні програми.

Загалом реалізація рекомендованих технічних рішень та управління технологій може забезпечити сукупний річний економічний ефект у розмірі 18 млрд грн.

За таких умов економія часу стає самостійним чинником стратегічної переваги, а створення й

модернізація технічних рішень виходять за межі суто інженерних завдань, набуваючи економічного й організаційного виміру.

Отже, економія часу, технології та механізми управління, філософія науки, міждисциплінарність, статистичні показники, багатомільярдний економічний ефект, національна стійкість і стратегічна перевага — не випадковий набір понять, а взаємопов'язана система ідей, що відображає внутрішню єдність сучасної організації наукових досліджень та логіку переходу від фундаментального знання до практичного забезпечення безпеки, обороноздатності й розвитку держави.

Узагальнюючи результати дослідження, варто підкреслити: підвищення ефективності функціонування сучасних високотехнологічних комплексів не може зводитися до вдосконалення окремих технічних рішень. Ідеться про вдосконалення всього кола взаємопов'язаних наукових, технологічних, організаційних, правових та інституційних механізмів, що перетворюють нові знання на практичні результати.

Показово, що така логіка перемоги, яка визначається моделями управління й життєвим циклом, а не окремими зразками техніки, — нині опрацьовується НАН України. Впроваджується доктрина переходу від мережецентричної до розподіленої моделі управління бойовими контурами, що ґрунтується на ідеології blockchain.

Принципово важливо, що Академія відіграє тут відчутну інституційну роль, маючи змогу виносити на обговорення у Раді національної безпеки і оборони питання, які мають стратегічне значення для держави, брати участь в ухваленні рішень, а також сприяти їхній реалізації.

У кінцевому підсумку саме інноваційне лідерство та національна стійкість формують стратегічну перевагу держави, яка у XXI столітті дедалі більше визначається здатністю науки, державного управління, виробництва та суспільства діяти як єдина цілісна система.

Саме тому сьогодні перемагає не той, хто здатний швидше виробляти окремі зразки техніки, а той, хто здатний швидше і якісніше перетворювати знання на технології, технології — на серійне виробництво, а науковий потенціал суспільства — на стратегічну перевагу держави.

Федір ВЕНІСЛАВСЬКИЙ, народний депутат України, голова підкомітету з державної безпеки та оборони Комітету Верховної Ради України з питань національної безпеки, оборони та розвідки,

Сергій БУРЯКОВСЬКИЙ, доктор технічних наук, директор НДПКИ «Молнія» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»,
Ігор МАНЦУРОВ, доктор економічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, директор Інституту системних статистичних досліджень, Посол з особливих доручень Міжнародної Комісії з прав людини (ІНРС, Вашингтон, США)

Буре вугілля: не спалити, а перетворити на корисні продукти

Коли ми чуємо слово «вугілля», то найчастіше уявляємо шахту, терикон, теплову електростанцію і димар. Здається, що призначення цієї корисної копалини очевидне: її видобувають, а потім спалюють, щоб отримати тепло й електроенергію. Проте у випадку бурого вугілля, або лігніту, таке уявлення надто вузьке. Лігніт — це не лише паливо, а й цінна природна хімічна сировина, з якої можна виробляти матеріали для очищення води, поліпшення ґрунтів, будівництва доріг, виготовлення біodeградебельного пакування та інших потреб.

Саме такому підходу присвячена монографія «Валоризація використання бурого вугілля в «зелених» непаливних і паливних технологіях». Слово «валоризація» може звучати складно, але означає просту річ: знайти для сировини або матеріалів значно корисніше й дорожче застосування, ніж те, яке вважалося звичним. Інакше кажучи, не лише спалити тону лігніту, а й виділити з неї цінні речовини, використати супутні продукти та максимально зменшити кількість відходів.

Поклади, які є справжнім природним скарбом

Україна має значні запаси бурого вугілля. За узагальненими геологічними даними, його балансів запаси становлять близько 2,9 мільярда тонн. Найбільші поклади зосереджені у Дніпропетровській, Кіровоградській та Харківській областях. Родовища також є на Житомирщині, Закарпатті й Черкащині. Загалом ідеться про десятки родовищ у різних частинах країни.

Чому ж за такого багатства лігніт майже не використовують? Річ у його особливостях. Буре вугілля сформувалося з давньої рослинної речовини, але пройшло менший шлях природного перетворення, ніж кам'яне вугілля. Тому воно зазвичай містить багато вологи, може мати підвищену зольність і сірчистість та дає менше тепла під час згорання. Перевозити таку сировину на великі відстані не вигідно, а звичайне спалювання створює екологічні проблеми. Саме через це видобуток сировини скорочувався, підприємства закривалися, а нові родовища майже не розвідувалися.

Та недоліки лігніту як палива не роблять його непотрібним. Навпаки, його геологічна «молодість» означає, що в ньому збереглося багато активних органічних сполук. Найважливіші серед них — гумінові речовини. Вони утворюються під час тривалого природного розкладання рослинних решток і також містяться у ґрунтах і торфі. Саме завдяки їм родючий чорнозем має темний колір і здатний утримувати поживні елементи.

Наш аналіз показав: український лігніт різних родовищ може бути цінною сировиною для отримання гумінових кислот. У перерахунок на звичайну аналітичну пробу їхній потенційний вихід становить щонайменше третину маси, а для окремих зразків — майже половину. Тобто перед нами не просто «низькосортне паливо», а при-



Гумін-полімерні гідрогелі медичного призначення

родна комора складних органічних речовин.

Від лігніту — до чистої води

Одна з найгостріших проблем сучасної України — забруднення води. Промислові стоки, наслідки бойових дій, пошкодження підприємств і накопичувачів відходів можуть спричинити потрапляння у водойми іонів міді, свинцю, кадмію та інших важких металів. Навіть у малих концентраціях вони небезпечні для людей і довкілля, а звичайна фільтрація не завжди дає потрібний результат.

Гумінові речовини мають багато активних ділянок, здатних зв'язувати іони металів. Уявімо їх як природну молекулярну сітку з безліччю «гачків», на яких затримуються забруднювачі. Після відповідної обробки буре вугілля перетворюється на сорбент — матеріал, що вбирає або зв'язує інші речовини.

Досліджені нами модифіковані сорбенти показали здатність поглинати до 58 мг міді, 49 мг свинцю та 42 мг кадмію на 1 г матеріалу. Це на 25–30 % вище за показники традиційних сорбентів, з якими проводили порівняння. А композити гумінових кислот із наночастинками заліза за лабораторних умов видаляли з водного середовища до 97,5 % важких металів упродовж приблизно пів години.

Лабораторний результат ще не означає готової промислової установки: потрібні масштабування, випробування на реальних стоках та оцінка безпеки. Але принципову можливість доведено, а сировина для таких матеріалів є в Україні.

Помічник для ґрунту і рослин

Гумінові речовини корисні не лише для вилучення забруднювачів. Вони можуть поліпшувати структуру ґрунту, допомагати йому утримувати воду та поживні елементи, а також підтримувати розвиток кореневої системи. Автори виконали дослідження стимуляторів росту на основі гуматів, одержаних з українського бурого вугілля, у поєднанні з біопаливом із сільськогосподарських відходів.

Такий підхід поєднує два недооцінені ресурси: лігніт і рослинні залишки. Замість спалювання відходів на полях їх можна перетворити на продукти для сільського господарства. Особливого значення це набуває для земель, що постраждали внаслідок війни, забруднення або виснаження. Гумінові препарати не замінюють традиційних добрив, очищення чи належної агро-

техніки, але можуть бути частиною комплексного відновлення ґрунтів.

Довговічніші дороги

На перший погляд, між бурим вугіллям і дорожнім покриттям немає нічого спільного. Насправді ж гумінові кислоти та інші продукти переробки лігніту можуть змінювати властивості нафтового бітуму — чорної в'язкої речовини, яка скріплює мінеральні частинки в асфальті.

Бітум старіє під дією кисню, сонця, спеки та морозу. Він поступово стає твердішим і крихкішим, після чого на дорозі з'являються тріщини. Додавання невеликої кількості гумінових кислот може підвищити теплостійкість бітуму й уповільнити його старіння. У дослідженні ефективним виявилось введення близько 2 % гумінових кислот за температури змішування 120 градусів. Модифікований бітум зберігав потрібні в'язкі та адгезійні властивості — тобто здатність утримуватися на поверхні кам'яних матеріалів.

Є й інший корисний продукт. Під час м'якого окиснювального очищення бурого вугілля від сірки утворюється смола, яку можна застосовувати як пластифікатор бітуму. Це приклад комплексної переробки: очищене вугілля стає основним продуктом, а речовина, яка могла б вважатися побічною, використовується в дорожньому матеріалі. Для повноенної України, де обсяги відбудови доріг будуть величезними, власні добавки до бітуму можуть мати не лише наукове, а й практичне та економічне значення.

Пакування, яке не залишиться на століття

Звичайний пластик може зберігатися у довкіллі десятки й сотні років. Біodeградебельні полімери мають скоротити цей термін, але нерідко поступаються традиційним матеріалам за міцністю або стійкістю до вологи. Гумінові речовини з лігніту можуть слугувати природною добавкою, що змінює будову й властивості полімерів.

Учені дослідили поєднання гумінових речовин з желатином, полівініловим спиртом, похідними целюлози та полілактидом. Ці назви можуть здаватися далекими від повсякденного життя, але кінцеві вироби цілком зрозумілі: гідрогелі, тонкі плівки, контейнери та пакування. Частинки гумінових речовин взаємодіють із полімерними ланцюгами та сприяють утворенню міцнішої просторової сітки.

Одержані гідрогелі розглядаються як основа для антибактеріальних гелів, косметичних масок і носіїв активних речовин. Плівки можуть стати пакуванням для харчових продуктів, а композити на основі полілактиду — тарою й технічними матеріалами. Перед масовим застосуванням вони потребують повного циклу безпекових випробувань. Та головну ідею вже продемонстровано: відтиснення сировина може зробити інший матеріал екологічнішим і функціональнішим.

Коли енергія все-таки потрібна

Повністю відмовитися від використання вуглецевої сировини як палива одразу неможливо. Тому ще одне завдання — зробити це використання ефективнішим і чистішим. Замість прямого спалювання буре вугілля можна газифікувати: нагрівати, контролювано подаючи окисник, та перетворювати тверду сировину на горючий газ. Його легше очищати, дозувати й використовувати у технологічних процесах, ніж сирий лігніт.

Особливо цікавим виявилось спільне перероблення бурого вугілля та біовідходів. За масового співвідношення три частини вугілля до однієї частини біомаси, температури близько 850 градусів і тривалості процесу приблизно 45 хвилин вихід горючого газу досягав 2,8 кубічного метра з кілограма суміші. Його теплота згорання становила близько 14,5 мегаджоуля на кубічний метр. Ці показники на 15–20 % кращі, ніж у самого бурого вугілля.

Двоступенева схема дає змогу відокремлювати смоли між стадіями, збільшити частку цільового газу та зменшити вміст небажаної смоли. Газ містить оксид вуглецю, водень і метан та може бути не лише джерелом енергії, а й сировиною, наприклад, для виробництва метанолу.

Навіть мінеральний залишок не обов'язково має бути відходом. Золу з достатнім вмістом оксиду кальцію може нейтралізувати кислотні стічні води. Це і є логіка комплексної технології: корисними мають стати газ, смола, очищена тверда частина та мінеральний залишок. Розрахункова собівартість газу в дослідженому варіанті становила близько 0,12 долара за кубічний метр, що було на 20–25 % нижче за показник традиційних технологій, узятих для порівняння. Але економіка промислового підприємства залежатиме від місця розташування, ціни сировини, масштабу установки й вимог до очищення газу.

Менше сірки — менше шкідливих викидів

Одна з головних екологічних проблем вугілля — сірка. Під час спалювання вона перетворюється переважно на діоксид сірки, який забруднює повітря і сприяє утворенню кислотних опадів. Тому сірку бажано вилучати ще до використання палива.

У монографії розглянуто два варіанти окиснювального знесірчення за різної температури. За м'яких умов можна одночасно отримувати знесірчене вугілля і смолу для подальшого застосування. Ступінь перетворення загальної сірки в одному з досліджених режимів сягав 55,5 %, а сумарний вихід двох основних продуктів перевищував 89 %. В іншому, низькотемпературному газифікаційному варіанті, вугілля паралельно підсушувалося до вологості не більш як 4 %. Хоча не вся сірка вилучалася, розрахунки по-

казують можливість істотно зменшити майбутні викиди діоксиду сірки.

Чи справді це «зелена» технологія?

Поєднання слів «вугілля» і «зелений» природно може викликати сумнів. Жодна технологія не стає екологічною лише через назву. Якщо лігніт просто видобути й спалити, він залишиться викопним паливом із відповідними викидами. Тому ми вживаємо поняття «зелені технології» передусім щодо тих рішень, які замінюють пряме спалювання виробництвом довговічних або екологічно корисних продуктів, залучають біовідходи, очищують воду, допомагають відновлювати ґрунти й використовують побічні потоки замість їхнього складування.

Екологічність потрібно доводити для кожної конкретної технології — оцінювати весь її життєвий цикл: від видобутку сировини й витрат енергії до транспортування, використання продукту та поводження із залишками. Так само важливо не створити там нове масштабне видобування, яке зруйнує цінні природні території або виявиться економічно невигідним. Найперспективнішими можуть бути родовища з відповідною якістю сировини, відвали й уже порушені ділянки, розташовані неподалік від майбутніх переробних підприємств.

Від лабораторії до підприємства

Щоб описати рішення стали частиною економіки, недостатньо опублікувати формулу або отримати вдалий лабораторний зразок. Потрібні дослідно-промислові установки, стандарти якості сировини та продуктів, тривалі випробування, екологічна оцінка та партнерство науки з громадами й бізнесом. Не все буре вугілля однаково: склад лігніту різниться навіть між сусідніми родовищами, тому для кожного напрямку необхідно добирати відповідну сировину і режим перероблення.

Та Україна вже має важливі передумови: великі розвідані запаси, наукові школи в галузі вуглехімії, матеріалознавства й екологічних технологій, а також величезний майбутній попит на очищення води, ремедіацію земель, дорожні матеріали, хімічні продукти та локальні джерела енергії. Таке використання бурого вугілля найчастіше може створювати робочі місця в регіонах розташування родовищ, адже вологий лігніт доцільніше переробляти на місці, а вже концентровані продукти з вищою доданою вартістю — перевозити.

Головний висновок нашої роботи простий: природний ресурс не слід оцінювати лише за тим, скільки тепла він дасть у грубці. Буре вугілля України може стати джерелом сорбентів для чистої води, гуматів для ґрунтів, добавок для довговічніших доріг, компонентів біodeградебельних матеріалів і сировини для контрольованого одержання газу. Це не заклик повернутися до вугільного минулого. Навпаки, це пропозиція використати сучасну хімію та інженерію, щоб ресурс, який десятиліттями вважали проблемним, працював у технологіях відновлення країни.

Сергій ПИШ'ЄВ, доктор технічних наук, професор, Денис МІРОШНИЧЕНКО, доктор технічних наук, професор, Володимир ЛЕБЕДЄВ, доктор технічних наук, професор

Як повернути воду в криниці

І чому не всі греблі варто зносити

Кілька місяців експерти ГО «Дунайсько-Карпатська Програма» обстежують річки басейну Прип'яті у Волинській, Рівненській, Житомирській областях, картографуючи штучні перешкоди. Мета — визначити, які з них варто прибрати, щоб повернути водотокам вільну течію.

Україна дедалі частіше стикається з посухами, і питання, як утримати воду в ландшафті, стає чимраз гострішим. Про те, як поєднати ці два, на перший погляд, протилежні завдання, — розмова з керівником ГО «Дунайсько-Карпатська Програма», кандидатом біологічних наук Богданом ПРОЦЕМ.

— **Пане Богдане, що показало обстеження річок Полісся?**

— Масштаб меліорації Полісся вражає. Лише на Волині, за даними обласних водогосподарських організацій, на меліоративних системах налічується понад 6700 шлюзів-регуляторів. Абсолютна більшість із них сьогодні не виконує своїх функцій. Державні кошти на утримання каналів і помпових станцій виділяють здебільшого лише на заробітну плату, оплату електроенергії для екстреного викачування води під час паводків тощо.

Під час польових досліджень ми побачили, що залежно від території від 50 до 70 % шлюзів були знищені повністю чи частково.

З одного боку, це позитивна новина. Адже після того, як зі шлюзів зрізали металеві частини, багато річок знову стали прохідними для риби та інших водних організмів. Там, де існували штучні бар'єри, у воді знову з'явилася можливість вільно текти.

Однак під час експедицій ми виявили шлюзи, де металеві механізми були зрізані не повністю. Вони впали в русло річки й тепер частково перекривають його. У таких



Обговорення проекту обстеження річок Полісся

місцях вода застоюється, перегрівається й починається евтрофікація — вода «цвіте» через збільшення кількості водоростей. Такі споруди потрібно демонтувати, щоб відновити природний рух води.

Є й інша проблема. Багато розграбованих шлюзів розташовані не на самих річках, а на меліоративних каналах. У посушливі роки вони могли б допомагати регулювати рівень води та затримувати її у ґрунті. Тепер такої можливості немає — вода безперешкодно залишає територію, а осушені болота й торфовища ще швидше пересихають.

Водночас занедбані меліоративні канали, які поступово заростають рослинністю, часто стають союзниками природи. Мул і рослини сповільнюють течію, затримують воду і зменшують наслідки масштабної меліорації минулого століття. Не забуваймо також про важливу біофільтраційну роль цих екосистем у поліпшенні якості води, яка стікає з сільськогосподарських полів.

(Довідково: що таке меліорація в цьому контексті)

Йдеться про масштабне випрямлення річок, здійснене з метою пришвидшення відведення води з ландшафту. У процесі знищувалися природні вигини русла — меандри — та заплави, а береги укріплювалися. У результаті річки почали функціонувати як канали: вода швидко витікає з території після дощів, замість того щоб затримуватися в долині й живити ґрунт, болота й торфовища. Через це пересихають малі річки, особливо у верхів'ях, падає рівень ґрунтових вод і зростає ризик пожеж на торфовищах).

— **Тобто, універсального рішення для всіх цих ділянок не існує?**

— Саме так. Кожну ділянку потрібно аналізувати окремо. Десять варто демонтувати застарілі перешкоди й повернути річці природну течію. Десять — відновити меандри, щоб

плавно проходить через природний камінь, а риби й інші водні істоти можуть безперешкодно мігрувати.

Ще один варіант — аналоги бобрових гребель: конструкції з дерев'яних паль, вербової лози, хмизу та місцевого ґрунту, які з часом буквально зростаються з природним ландшафтом. Адже бобри є унікальними архітекторами відновлення водно-болотних угідь. Біонічні (природні інженерні рішення, особливості будови та життєдіяльності живих організмів, які людство запозичує для створення нових технологій, матеріалів та пристроїв — ред.) механізми тварин, закладені еволюцією, є особливо цінними для формування природоорієнтованих рішень.

Або невисокі переливні дерев'яні греблі з виходом води на заплаву — вони також не перекривають течію повністю, а лише сповільнюють її, підіймають рівень ґрунтових вод, допомагають зволожувати торфовища й болота. Такі греблі особливо корисні там, де поруч є дорожня інфраструктура, яку потрібно зберегти, підтримуючи певний рівень зволоження.

— **Ви кілька разів згадуєте бобрів як союзників у цій роботі. У чому принципова різниця для річки між бобровою і людською греблею?**

— Це питання докладно досліджує наш експерт, який працює над дослідженням території ландшафтного заказника «Північні Торфовища» — зоолог Андрій Бокотей. До речі, ми мріємо, щоб кількість бобрів зростала саме там, а також у заказнику «Торфовище Білогір'я» (у межах Львова), і щоб вони з'явилися в багатьох інших природних місцевостях, знищених меліорацією.

(Коментар зоолога Андрія Бокотей)

Боброва гребля — це не бетонна перепона, а частина живої екосистеми. Вона залишає річку живою.



Демонтаж незаконної греблі

уповільнити втрату води. Звивисте русло сповільнює течію, особливо на Поліссі, дає змогу воді довше залишатися в долині, насичує ґрунти й заплави вологою. Щоправда, це вдається далеко не у всіх випадках: заважає питання власності на землю, комунікацій і доріг.

Поблизу боліт і торфовищ важливо знаходити способи утримання води, щоб запобігти їхньому пересиханню та пожежам. Тут застосовують сучасні природоорієнтовані конструкції. Наприклад, кам'янонакидні перекати: своєрідні пандуси під ухилом 5–10 % із великого каменю, там, де раніше поставили б греблю. На таких конструкціях вода

Бетонні дамби найчастіше повністю перекривають рух риби, затримують наноси та фрагментують річку, відокремлюючи її частини. Боброві ж греблі невисокі, побудовані з гілок, деревини й мулу. Вони завжди мають проходи для спуску води, яка постійно просочується крізь них, а під час високої води або в окремих місцях риба, земноводні та інші водні тварини можуть проходити далі за течією. Бобри — частина екосистеми. Водні істоти еволюціонували й пристосувалися до гармонійного співіснування з ними.

Бобри будують греблю не для економічної вигоди чи прибутку, а для

життя. Їм потрібно підняти рівень води, щоб захистити вхід до своєї хатки від хижаків. Але вони не покидають споруду після завершення будівництва. І дбають про те, щоб вода тут залишалася чистою, а місцевість — комфортною для життя.

Бобри — дуже працьовиті істоти, і постійно її ремонтують, за потреби відкривають або закривають окремі проходи, реагують на зміну рівня води. Це не статична бетонна конструкція, а жива система, що змінюється разом із річкою. І, як показують дослідження, боброві греблі, на відміну від людських, сприяють поліпшенню якості води.

Люди будують греблі так, щоб затопити невелику за площею поглиблену ділянку. Натомість боброві греблі створюють мілководдя, заплави й невеликі заболочені ділянки. Саме тут нереститься риба, зростає водна рослинність, розмножуються жаби й тритони, полюють чаплі, лелеки та видри. Наукові дослідження показують, що території, де оселяються бобри, часто мають значно більше видів птахів, амфібій, комах і водних безхребетних, ніж аналогічні річки без бобрів, адже у швидких, стрімких течіях життя не так багато і воно не є таким різноманітним).

— **Як ви формулюєте загальне завдання цієї роботи?**

— Меліоративні території Полісся потребують науково обґрунтованої стратегії розвитку в умовах посилюваних кліматичних змін, що є надзвичайно складним завданням. Зважаючи на глибину меліорації та особливості землекористування, відновлення матиме різноманітні можливості. Власне, індивідуальний підхід має лежати в основі відновлення річок та інших водно-болотних угідь. Адже важливо не просто прибрати старі споруди чи, навпаки, утримати воду за будь-яку ціну. Наше завдання — повернути річкам їхні природні функції, щоб вони одночасно залишалися вільними, підтримували біорізноманіття, допомагали місцевим громадам краще пережити складні кліматичні умови, а також служили ефективним природним бар'єром у разі агресії ворога.

— **Це суто українська історія чи частина ширшого руху?**

— В Європі дедалі більших обертів набирає рух за звільнення річок від штучних перешкод, зокрема гребель, і знесення дамб. Наприклад, кілька років тому ми демонтували залишки старих гатей на притоках Тиси в Карпатському біосферному заповіднику. Показовий випадок: на потоці Квасний, за кілька кілометрів нижче за течією від ділянки, яку ми розчистили від залишків старої гаті, наступного року з'явилася гребля бобрів.

А зараз ми працюємо над проектом у басейні Прип'яті, щоб знайти застарілі штучні бар'єри та в майбутньому відновити вільну течію річок Полісся з метою формування прикордонного зеленого щита. Роботи проводяться в межах проектів за підтримки Open Rivers Programme та Interreg Europe RIWET.

Підготував до друку

Олег ЛИСТОПАД,

Фото Наталії ГОБАНЬ

Передплата на газету «Світ» триває

Передплатний індекс 40744

в усіх відділеннях зв'язку

Вартість передплати:
на місяць — 106 грн.
на квартал — 318 грн.
Вартість приймання передплати — 20 грн.

Нас можна передплатити й онлайн: <https://peredplata.ukrposhta.ua>

Відкрийте свій СВІТ