

В. БАГНЮК

ЯКОЮ БУДЕ НАША ЕНЕРГЕТИЧНА СТРАТЕГІЯ?

Аргументи проти атомної енергетики

У прийнятому 5 грудня 2000 р. на парламентських слуханнях у Верховній Раді України «Зверненні до парламентів та урядів країн світу, міжнародних урядових і неурядових організацій, світової спільноти щодо закриття Чорнобильської атомної станції» є хвилюючі слова про необхідність усвідомити відповідальність за долю людства у третьому тисячолітті. У документі підкреслюється, що катастрофа на ЧАЕС стала трагедією світового масштабу, наслідки якої матимуть довготривалий вплив, і висловлюється переконання в необхідності створення міцних підвалин широкого взаєморозуміння та міжнародної співпраці для розв'язання екологічних проблем спільними зусиллями. Справді, Чорнобильська катастрофа гостро поставила питання про безпечність «мирного атома» і доцільність розвитку атомної енергетики. Однак чи зробила світова спільнота відповідні висновки?

Факти свідчать, що наша держава, як і деякі країни «великої сімки» та Європейського Союзу, досі не усвідомила, наскільки небезпечною є атомна енергетика і до чого може призвести її подальший розвиток.

На думку розважливих вчених і громадських організацій «зелених», внаслідок такої політики наша цивілізація може виявитись останньою в історії Землі. Отже, у нас немає іншого виходу, як повернутися обличчям до матінки-природи і, мобілізувавши всі свої знання, допомогти їй одужати.

Ідучи у фарватері російської політики, не визначилась у цьому плані й Україна, яка сліпо повторює очевидні помилки колишнього «старшого брата». Готовність Росії й надалі щедро поставляти нам ядерне паливо свідчить, що вона не хоче втрачати ринок і надійні важелі впливу на політику та економіку нашої країни.

Тим часом цілком очевидно, що після Чорнобильської катастрофи та добровільної відмови України від атомної зброї, а тепер — і виведення з експлуатації ЧАЕС, слід переглянути національну енергетичну стратегію, прийняту кілька років тому. Шляхи України та її північної сусідки тут явно розходяться. Росія, як і раніше, претендує на гегемонізм у міжнародній політиці, зацікавлена у виробництві атомної зброї, і для цього їй потрібні українські інвестиції та вигідне блокування із сусідами проти її найбільшого антагоніста — НАТО. Інтереси ж України перебувають в іншій площині. Нам не потрібне виробництво плутонію для начинки атомних боезарядів і не бажана напруженість у взаєминах з країнами Заходу.

Але полишимо ці питання керівництву державою та політологам. Натомість хоча б коротко розглянемо деякі аргументи щодо доцільності, точніше — недоцільності розвитку в Україні атомної енергетики. Не слід забувати, що у світі вже сталося понад півтори сотні аварій на цивільних і військових атомних установках. Ці аварії супроводжувалися розплавленням першого контуру реакторів і призводили до радіаційного забруднення навколишнього природного середовища. Окрім того, щороку на АЕС світу виникають

сотні позаштатних ситуацій, частина яких за відповідного збігу обставин могла б призвести до тяжких наслідків. Характерно, що згадані аварії відбувалися як у слаборозвинених країнах, так і в тих, де давно сформувалася висока інженерно-технічна культура.

Нині прогресуючого радіаційного забруднення зазнають повітряний та водний басейни, ґрунти планети, що негативно позначається на всій її біоті. Відходи атомної промисловості та АЕС уже давно переповнили всі можливі й неможливі сховища. Проблема безпечного захоронення радіоактивних відходів (РАВ) надзвичайно гостро постала у Великобританії, Франції, США і багатьох інших країнах. Загальний обсяг відпрацьованого ядерного палива на АЕС світу перевищив 250 тис. тонн, а кількість РАВ атомної промисловості щорічно зростає на 10 тис. тонн. Більшість рідких РАВ господарники, не надто мудруючи, зливають у ріки, і ці відходи зрештою потрапляють у Світовий океан — колиску життя на Землі. Щодо такого «внеску» у забруднення планети першість поділяють США і Росія, які, за даними 1996 року, скинули відповідно 127,1 і 112,5 млрд. кюрі РАВ. Звісно, сьогодні ці цифри істотно більші. Адже для видобутку 1 г урану потрібно розмолоти тону граніту чи іншої твердої породи, обробити її міцними кислотами і лугами. В ядерному паливі міститься майже 99 % баластних речовин, причому серед них є радіонукліди, з якими організм людини раніше ніколи не стикався.

Україна також має чималий клопіт із захороненням РАВ. Комплекс робіт, пов'язаних із збиранням, транспортуванням і захороненням низько- та середньоактивних РАВ і джерел іонізуючого випромінювання (крім енергетичних станцій), виконує об'єднання «Радон», у складі якого функціонує 6 державних міжобласних спеціалізованих комбінатів. Чимало сховищ уже заповнено вщерть і законсервовано, а місткості більшості інших заповнено на 50—90 %. Деякі сховища перебувають в аварійному стані і фільтрують радіонукліди у підземні води. Велику небезпеку становлять радіаційно забруднені ґрунти, споруди, механізми, деревина тощо, які містяться у 300 тимчасових пунктах зберігання в зоні відчуження ЧАЕС. У пунктах поховання «Підлісний», «III черга ЧАЕС», «Буряківка» зберігається понад 600 тис.м³ РАВ. Більшість цих пунктів не відповідає нормам і правилам радіаційної безпеки. З метою поліпшення становища ведеться будівництво комплексу «Вектор», перша черга якого має бути введена у дію у 2002 р. Однак через відсутність належного фінансування спорудження комплексу затягується на невизначений час.

Як бачимо, величезна маса РАВ залишається не захороненою, а отже, небезпечною. До цієї сумної картини слід додати не менш сумні відомості, пов'язані з вітчизняною уранодобувною і переробною промисловістю, яка діє на території Дніпропетровської, Кіровоградської та Миколаївської областей. Основними джерелами радіаційного забруднення довкілля тут є відвали шахтних порід, шахтні води, рідкі та газоподібні РАВ. Лише хвостовища, які займають 542 га території, містять 65,5 млн. тонн РАВ сумарною активністю близько 120 млн. Кі. А це ж області, що постачають значну кількість продовольства для українського народу. А тим часом тільки за вивезення відпрацьованого палива до Росії ми змушені щорічно сплачувати від 100 до 150 млн. доларів США.

Відомо, що навіть ті АЕС, які працюють за регламентом, викидають гази, котрі «збагачують» повітря радіоактивним вуглецем, тритієм, киснем, азотом, криптоном, ксеноном і радоном. Звісно, це не додає нам здоров'я (не випадково рак легень виходить нині на перше місце у світі серед злоякісних новоутворень), до того ж якісно і кількісно змінює біосферу. І хоча кожен з кількох сот радіонуклідів, які утворюються у ланцюгових реакціях, біологічно небезпечний, варто окремо спинитися на тритії.

Замінюючи водень у воді, він проникає у питну воду, в організми рослин, тварин і, зрештою, людини. До того ж ми його вдихаємо у вигляді водяної пари разом з повітрям. Під час фотосинтезу тритій заміщує ту чи іншу кількість водню у різних органічних речовинах, що синтезуються. Отже, він (до речі, так само, як і радіоактивний вуглець, азот, фосфор) може опинитися у носії спадкової інформації — ДНК. З розвитком уранодобувної промисловості та атомної енергетики питома маса тритію у природі різко зросла і продовжує зростати. Про можливі наслідки цього феномена страшно й думати (див. табл. 1).

Таблиця 1. Викиди з вентиляційних труб атомних електростанцій в Україні

АЕС	Роки	Обсяги викидів		
		ІРГ (ГБк)	ДЖН (кБк)	йод-131 (кБк)
Запорізька	1998	$7,65 \cdot 10^4$	$7,06 \cdot 10^4$	$5,23 \cdot 10^5$
	1999	$6,84 \cdot 10^4$	$2,69 \cdot 10^5$	$1,33 \cdot 10^6$
	Контрольний рівень (далі - КР)	$1,50 \cdot 10^6$	$1,40 \cdot 10^8$	$2,70 \cdot 10^8$
Рівненська	998	$8,32 \cdot 10^4$	$1,65 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^6$
	1999	$1,23 \cdot 10^5$	$1,40 \cdot 10^5$	$1,72 \cdot 10^6$
	КР	$1,50 \cdot 10^6$	$3,60 \cdot 10^6$	$3,60 \cdot 10^6$
Хмельницька	1998	$2,17 \cdot 10^4$	$1,04 \cdot 10^5$	$8,29 \cdot 10^5$
	1999	$3,12 \cdot 10^4$	$8,76 \cdot 10^4$	$2,69 \cdot 10^5$
	КР	$1,35 \cdot 10^6$	$1,01 \cdot 10^8$	$6,70 \cdot 10^7$
Чорнобильська	1998	$3,29 \cdot 10^5$	$2,59 \cdot 10^6$	$3,95 \cdot 10^6$
	1999	$2,86 \cdot 10^5$	$1,38 \cdot 10^7$	$1,04 \cdot 10^7$
	КР	$4,03 \cdot 10^6$	$3,37 \cdot 10^8$	$1,35 \cdot 10^8$
Південно-Українська	1998	$6,77 \cdot 10^4$	$1,19 \cdot 10^5$	$0,81 \cdot 10^4$
	1999	$3,63 \cdot 10^5$	$4,94 \cdot 10^5$	$1,01 \cdot 10^6$
	КР	$1,21 \cdot 10^6$	$4,05 \cdot 10^7$	$4,05 \cdot 10^7$

Примітка: ІРГ — інертні радіоактивні гази, ДЖН — довгоживучі нукліди.
Джерело: Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 1999 р. — Київ: вид. Раєвського. — 2000. — 184 с.

Не менш небезпечні для здоров'я людини та біосфери ізотопи плутонію, які утворюються у паливі ядерних реакторів. Період напіврозпаду плутонію-238 становить 87,75 року, а плутонію-239 — $2,4 \cdot 10^4$ років. У плутонії акумульована величезна енергія (1 г еквівалентний 1 тонні нафти). За даними МАГАТЕ, з ядерних реакторів світу щороку вивантажують 10500 т відпрацьованого ядерного палива, що містить близько 75 т плутонію. До цього слід додати плутоній, який отримують з демонтованих атомних боеголовок. Згідно з чинними договорами Старт-1 і Старт-2 російською і американською сторонами буде вивільнено ще 100 тонн плутонію.

Якщо раніше природним радіоактивним фоном вважали 0,1 рад/рік, то в останніх доповідях ООН з питання дії атомної радіації його рівень оцінюють у 0,24 рад/рік. На

думку В. Поліщука і В. Шепи (Історична біографія Дунаю. — Київ: Бруклін-Київ ЛТД, 1998.— 508 с.), наслідки змін радіаційного фону мають загальнопланетарний характер і причетні до глобального потепління, деградації озонової оболонки, деформації геомагнітного поля Землі. А В. Вурдаков пов'язує з цим чинником причини зростання сейсмічної активності Землі (Сравнительный анализ аэрокосмических разрушителей озона // *Химия и жизнь*. — 1990. — № 3 — С. 15—19).

Підвищення радіаційного фону може бути причетним до різкого збільшення частоти природних катаклізмів: вивержень вулканів, землетрусів, цунамі, буревіїв, смерчів, а також до появи нових, раніше невідомих хвороб: СНІД, пропасниця Ебола, губчаста енцефалопатія великої рогатої худоби та ін.

На зловісний характер глобальних змін у біосфері вказує низка руйнівних землетрусів, що сталися останнім часом (Туреччина, Сальвадор, Венесуела, Індія, північно-західне узбережжя США, Японія, Тайвань), виникнення яких можна розглядати з точки зору теорії катастроф (Дж. Томпсон. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике. — М.: Мир, 1985).

Як бачимо, у Всесвіті все взаємопов'язане, а гомеостаз на земній кулі досить нестійкий, і його можна порушити техногенним пресингом. Людська діяльність, за визначенням В. І. Вернадського, давно стала геологічною силою. Можемо додати: на жаль, досить часто руйнівною.

Г. Лисиченко і Ю. Забулонов (Еколого-экономические аспекты развития атомной энергетики в Украине // Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. — Киев: Знання, 1996. — Ч. 1. — С. 33—34) зазначають, що зони техногенного впливу АЕС за штатних умов експлуатації простежуються у радіусі 30—50 км і більше.

В цих зонах формуються специфічні природно-техногенні системи з вираженими негативними тенденціями, де, крім радіаційного і теплового забруднення, відбувається підтоплення промайданчиків, активізація мікросейсмічного режиму, процесів вилуговування ґрунтів, зміна гідрохімічного і гідробіологічного режимів у ставках-охолоджувачах та прилеглих водоймах загального користування. Добудова блоків на Рівненській і Хмельницькій АЕС, окрім загострення вказаних процесів, зумовить проблему охолодження агрегатів, на що не вистачає води й тепер.

Слід також підкреслити, що далеко не всі наслідки інтенсифікації ланцюгових реакцій для природи відомі сьогодні, їх ще треба вивчати і вивчати. Пригадаймо: адже від часу одержання перших радіоактивних матеріалів до усвідомлення їх радіобіологічної небезпеки сплигло щонайменше 40 років.

Нині прогресивні вчені світу добре розуміють згубність радіаційних випромінювань для людини і всього живого. Завдяки самовідданій боротьбі цих учених на чолі з двічі лауреатом Нобелівської премії американцем Лайнусом Полінгом у 1963 році ядерні держави — США, СРСР і Великобританія — змушені були підписати угоду про заборону випробування атомної зброї в атмосфері. Це була велика перемога, але не остаточна. Джина хоч і загнали під землю, та він від того не став безпечним. Забруднення довкілля, хоча й розтягнене в часі й просторі, продовжили АЕС, які почали множитись, наче гриби після дощу. «Мирний атом» став відігравати роль фігового листка, що прикривав від громадськості виробництво плутонію для начинки атомних боезарядів. До речі, цю ж функцію до 1986 р. значною мірою виконувала і наша ЧАЕС.

Атомне лобі в Україні завзято захищає своє дітище від нападок «несвідомих» громадян і «некомпетентних зелених». Так, шановний учений і громадський діяч, народний депутат України академік Михайло Павловський жахав обивателя: «...І все ж уявімо, що зупинили (атомні станції. — Ред.). Що маємо в результаті? Зразу ж усе згасне, замовкне, захолоне!..» Після таких залякувань, а нерідко й адміністративних висновків, несміливий опір опонентів «мирного атома» паралізується, і левова частка бюджетних коштів виділяється на розвиток атомної енергетики. Останні, як відомо, йдуть на заробітну плату, преміальні, на ліквідацію наслідків Чорнобильської катастрофи, закупівлю твелів, вивезення РАВ, на будівництво сховищ для них, на дороги авто, на оплату слухняних масмедіа, на банкетні, фестивалі і ще на казна-що.

Нинішній голова Комітету Верховної Ради України з проблем паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки Олександр Гудима скаржить на проросійське лобі у вищих ешелонах української влади, яке перешкоджає прийняттю рішення про створення в Україні повного паливного ядерного циклу, на що потрібно «всього якийсь» мільярд гривень (*Зеркало недели.* — 10.02.— 2001). На мій погляд, не менше треба остерігатися вітчизняного лобі, бо воно виступає за розвиток атомної енергетики у країні, яка зазнала найбільшої у світі атомної катастрофи і левову частку коштів та зусиль витрачає на подолання її наслідків. А тим часом понад 70 країн світу відмовилися від проектування та спорудження АЕС і швидкими темпами розбудовують альтернативну енергетику.

У цьому контексті цікаво навести дані щодо питомої ваги ядерної енергії у різних державах світу. Так, найбільше цієї енергії (за станом на 1999 рік) добувають: Франція — 75 %, Литва — 73,11 %, Бельгія — 57,74 %. Другу групу утворюють держави, в яких атомна енергія становить від 30 до 50 % усього обсягу вироблюваної енергії: Словаччина — 47,02 %, Швеція — 46,8 %, Україна — 43,77 %, Південна Корея — 42,84 %, Вірменія — 36,36 %, Швейцарія — 36,03 %, Японія — 36 %, Фінляндія — 33,05 %. Несподівана картина відкривається, коли аналізуєш рівні виробництва атомної енергії у США і Росії, де пропаганда «мирного атома» проводилась найбільш наполегливо і активно. Отож, відповідно: 19,8 і 14,41 % (!). Чому ж тоді стільки галасу про незамінність атомної енергетики? Гадаю, все це не дуже щиро. Цим державам потрібно стільки АЕС, на скількох можна виробити необхідну кількість плутонію військового призначення.

У прихильників АЕС варто було б запитати, як обходиться практично без атомної енергії сучасний Китай (усього 0,8—1,15 %), котрий демонструє світові чудеса економічного розвитку, чи Бразилія (1,12 %), яка також належить до промислово розвинених держав? Боюсь, що наша наукова еліта та адміністративна влада поки що не готові дати об'єктивну відповідь на це запитання, бо все ще перебувають у полоні радянських стереотипів і гігантоманії. Дивує, що їм позиція Німеччини, Австрії, Італії, Швеції та інших країн щодо закриття АЕС ні про що не говорить.

Прихильники АЕС придумали і вільно пропагують досить заяложений міф про те, що без атомної енергетики обійтись аж ніяк неможливо. А оскільки цей міф повторюють дуже часто, то багато людей починає у нього вірити. Чомусь ці люди забувають, що перший атомний реактор в Україні запущено лише в 1977 році і що наша вельми енергоємна промисловість до цього обходилася без АЕС. У ті часи в Україні виплавили половину сталі і третину чавуну від союзного обсягу, виробляли понад 80% цукру та багато іншої не менш енергозатратної продукції. Хтось може сказати, що в єдину енергетичну мережу СРСР тоді вже вливався струм російських АЕС. Це так, але ж його питома вага становила всього кілька відсотків.

Про те, що інтереси атомної енергетики лобіюються на різних рівнях, свідчать численні факти. У статті «Уроки Чорнобильської аварії» (Бюл. екол. стану зони відчуження та зони безумовного відселення. — 2001. — №17) Г. Копчинський пише: «Аварія на четвертому енергоблоці Чорнобильської АЕС за масштабами наслідків, впливом на долі сотень тисяч людей, на світову громадськість, безумовно, стала однією з найбільших ядерних аварій. Чому вона сталась і чому в галузі, в якій на початку її існування, здавалось, робилося все необхідне з метою забезпечення безпеки, — ці питання постали з усією твердістю й зажадали однозначних відповідей. І не стільки для того, щоб виявити винних, скільки для того, щоб, осмисливши уроки аварій, визначити ту філософію існування ядерної енергетики, реалізація якої зробила б неможливими подібні катаклізми у майбутньому, повернути довіру громадськості й зайняти гідне місце серед доступних земній цивілізації енергетичних джерел».

Погляди автора повністю збігаються з «філософією» МАГАТЕ. Згадаймо, що відразу після аварії на 4-му блоці ЧАЕС це агентство створило міжнародну консультативну групу фахівців-атомників з ядерної безпеки, і вони дійшли висновку, що «... глибинними причинами Чорнобильської аварії стали недостатня культура безпеки в колишньому СРСР і недооцінка базових принципів безпеки АЕС». Єдине, з чим тут можна погодитись, то це з тим, що й справді технологічна культура в СРСР не була на високому рівні. Але виходить, що ця ж культура підвела свого часу і Великобританію (АЕС в Уїнд-Скейлі), і США (Три-Майл-Айленд), і Японію (аварія на атомному заводі в 2000 р.)...

Впадає у вічі професійний егоцентризм автора згаданої статті і високоповажної групи експертів. Нагадаю, що, по-перше, аварія на ЧАЕС зачепила долі не сотень тисяч, а багатьох мільйонів людей. У книзі, виданій до 15-річчя від дня Чорнобильської катастрофи (Час подолання. — К: Чорнобильінтерінформ. — 2001) є дані про те, що в Україні постраждало від неї 3361870 чоловік, радіацією забруднено 54,6 тис. кв. км угідь, 2294 населених пунктів. У Білорусі населення, яке безпосередньо потерпіло внаслідок аварії, обчислюється в 1,94 млн., в Росії — 2,0 млн. чоловік. Чимало людських доль зламав Чорнобиль в інших країнах.

Щодо впливу наслідків аварії на здоров'я людей існує величезна вітчизняна і зарубіжна література. Вона засвідчує, що здоров'я як таке не сумісне ні з малими, ні, тим більше, з великими дозами радіоактивного опромінення. Пошлемося на висновки, зроблені доктором медичних наук М. Омелянцем (15 років Чорнобильської катастрофи. — 2001. — №1—4. — С. 32—42):

— рівень захворюваності на рак щитовидної залози на радіоактивно забруднених територіях та у м. Києві у багато разів перевищує доаварійний;

— у 1999 році серед ліквідаторів здоровими залишалось близько 10 %, а серед категорії постраждалих осіб — менше 25 %;

— смертність серед постраждалих виявилася на 17 % більшою, ніж у решти населення.

Голова комітету з питань Чорнобильської катастрофи палати представників Національних зборів Республіки Білорусь В. Крючков зазначає, що у ліквідаторів, котрі проживають у Білорусі (а це переважно чоловіки до 45 років) хвороби ендокринної системи почастишали у 6,3 раза, щитовидної залози — більш як у 10, системи кровообігу — в 7,7, органів травлення — у 7,3, нервової системи — у 2,7, крові — у 4,7, захворюваність на цукровий діабет — у 3,5 раза. У республіці зростає кількість онкозахворювань, зокрема у дітей: щитовидної залози — у 50 разів, кісток — у 2,7. Збитки, завдані Білорусі катастрофою на

ЧАЕС, у розрахунку на 30 років подолання її наслідків, авторитетні експерти оцінюють у 235 млрд. доларів США.

Внаслідок активного опору того ж таки атомного лобі надходження коштів на модернізацію теплової енергетики, на розвиток відновлюваних, екологічно чистих джерел енергії нагадує тонесенький струмочок. Ось і конкуруй з ядерною енергетикою!

Враховуючи готовність багатьох вітчизняних діячів орієнтуватися на все російське, пошлемося хоча й на поодинокі, але добре аргументовані виступи прогресивної російської громадськості, спрямовані проти власного атомного клану. Так, авторитетний учений-еколог, голова Міжвідомчої комісії з екологічної безпеки при Раді безпеки Росії професор О. Яблоков писав: «Нагадаємо цифри, які вже наводилися не раз: для того, щоб замінити всі наші АЕС на екологічно безпечні турбіни, треба всього 6—7 млрд. доларів США і 5—6 років... У Росії досі не побудовано жодної сучасної електростанції: ні газотурбінної, ні такої, що працює на технології спалювання бурого вугілля у киплячому шарі. Саме такі станції слугують екологічно прийнятною заміною АЕС у США, Німеччині та в інших країнах. Перекопаний: будівництво нових АЕС стимулюється відомчими, корпоративними інтересами і не відповідає довготривалим національним інтересам Росії» (*Известия*. — 30.09 — 1994).

Чи є підстави для подібного висновку і в Україні? Гадаю, так. «Чи є альтернатива атомній енергетиці? — запитує згаданий вище народний депутат М. Павловський і відповідає: — у нас немає достатньої кількості альтернативних джерел енергії...». А що, в Австрії, Німеччині або Італії, які відмовляються від АЕС, цих джерел більше?

Згідно із сучасними уявленнями (G. S. Brown, E. Skipsey. Energy Resources. Geology, Supply and Demand. Open University Press. — 1986. — P. 213) енергетичні ресурси людства поділяються на первинні і вторинні. До первинних ресурсів належать ті форми енергії, що надходять у біосферу природним шляхом і можуть бути відразу ж використані людиною. Це сонячне й космічне випромінювання, гравітаційна дія Сонця і Місяця, обертання і гравітаційне поле Землі, внутрішнє тепло нашої планети. Щорічний їх потенціал: сонячного випромінювання — $5,4 \cdot 10^{24}$ Дж, внутрішнього тепла Землі — 10^{21} Дж, гравітаційної енергії — 10^{20} Дж. Ресурси нетрадиційних джерел енергії в Україні наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Ресурси нетрадиційних джерел енергії в Україні

Джерело енергії	Теоретичний потенціал МВт · год./р ік	Використовується нині		Технічний потенціал		Реально можливий обсяг використання	
		МВт · год. /рік	т.у.п.	МВт · год /рік	т.у.п.	МВт · год./ рік	т.у.п.
Геліоресурси	$720 \cdot 10^9$	$81 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^3$	$0,13 \cdot 10^9$	$0,16 \cdot 10^9$	$(30-40) \cdot 10^9$	$(3,6-4,8) \cdot 10^6$
Вітрова енергетика	$965 \cdot 10^9$	$0,8 \cdot 10^3$	$0,96 \cdot 10^2$	$0,36 \cdot 10^9$	40- $70 \cdot 10^9$	$(4,8-8,4) \cdot 10^6$	$(4,8-8,4) \cdot 10^6$
Геотермальна енергетика	$5128 \cdot 10^9$	$0,4 \cdot 10^3$	$0,49 \cdot 10^2$	$14 \cdot 10^9$	$1,7 \cdot 10^9$	$2800 \cdot 10^6$	$230 \cdot 10^6$
Біоенергетика с/г відходів	$12,5 \cdot 10^6$	$0,14 \cdot 10^3$	$0,02 \cdot 10^2$	$6,1 \cdot 10^3$	$0,73 \cdot 10^6$	$6,1 \cdot 10^6$	$0,73 \cdot 10^6$
Гідроенергетика	$42,4 \cdot 10^6$	$10,2 \cdot 10^6$	$1,22 \cdot 10^6$	$21,5 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^6$	$21,5 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^6$

До вторинних ресурсів відносять форми енергії, перетворені з первинних ресурсів на форми тривалого зберігання (кам'яне вугілля, нафта, природний газ, уран та ін.). Вторинні ресурси є невідновлюваними.

За підрахунками фахівців, власних покладів вугілля Україні вистачить на 150 років. Існують чималі запаси нафти і газу в шельфах Азовського і Чорного морів, є великі резерви газового конденсату (щоправда, він залягає на чималій глибині, але у світі давно діють технології його видобутку ще з більших глибин). Кількість вугільного метану в Донбасі оцінюється експертами у 13 трлн. м³, однак поки навколо його видобутку ведуться дискусії, він вибухає у шахтах, спричинюючи великі економічні збитки і людські втрати. І це при тому, що є вітчизняний досвід використання вугільного метану (м. Червоноград Львівської області). Практично не утилізується «колошниковий» газ металургійних заводів, який лише забруднює атмосферу. Перелік можна продовжувати. Відомі також ефективні способи боротьби з викидами парникових газів. Серед них такі, як хімічне зв'язування СО₂, закачування його у глибинні геологічні горизонти, колишні виробки тощо.

Україна як аграрно-промислова держава має достатню кількість рослинної маси, відходів сільського і комунального господарства, харчової промисловості для виробництва біологічного палива — біогазу, дизельного пального, етилового спирту. Цей шлях особливо цікавий з екологічного погляду, адже він не породжує емісії вуглекислоти, бо остання утилізується рослинами у процесі фотосинтезу. Не обділена Україна й сонячною, вітровою, гідро- та геоенергією. Отже, все залежить від мудрості й політичної волі вищих гілок влади. Потрібні інвестиції та поступове освоєння альтернативних джерел енергії.

У добу високорозвинених науки і техніки слід дати виважену відповідь на запитання: «Скільки нам потрібно електричної енергії?» Проте на таке, здавалося б, просте запитання вичерпної відповіді ще немає. І світові загалом, і Україні зокрема потрібно визначитися концептуально. Адже подальший розвиток світової економіки і суспільно-політичних відносин потребуватиме оптимізації використання природних ресурсів. Слід зважати і на численні екологічні табу, якими людство раніше просто нехтувало.

На Землі спостерігаються різкі контрасти у розселенні людей: від менше 1 людини на 1 км² (у західній Сахарі, на Фолклендських островах, у Гренландії і на Шпіцбергені) до 4,5—5,5 тис. чол. на 1 км² (у Гібралтарі, Сінгапурі, Гонконзі) і навіть до 20—21 тис. на км² (у Монако і Макао). Висока щільність населення потребує інтенсивного виробництва, а отже, концентрування виробництва і споживання енергії на одиниці площі, що збурює навколишнє природне середовище навколо густонаселених регіонів. З 1980 по 1995 р. у розвинених країнах енергоспоживання зросло в 1,3 раза, в Латинській Америці — в 1,5, у Східній Азії — в 2,2, в Південній Азії — в 2,6, в країнах Центральної, Східної Європи, Центральної Азії — у 3,5 раза.

Здається, нарощуючи виробництво електроенергії, людство забуває про зворотну сторону медалі — негативні наслідки цього процесу для здоров'я людей і стабільності біосфери в цілому. Сьогодні на 1 га міської території витрачається у 1000 разів більше енергії, ніж на аналогічній площі у сільській місцевості. В одному з номерів журналу «*National Geographic*» вміщено фотографію Землі, зроблену з супутника ввечері. Видовище вражаюче. Щільно заселені райони Землі — це суцільне сяйво, серед якого найяскравіші ділянки — великі міста. Гігантський мегаполіс, який утворився у США і простягнувся вздовж Атлантичного узбережжя від Бостона до Вашингтона, зосередивши у собі майже

20 % населення країни, споживає від $1,7 \cdot 10^5$ до $2,1 \cdot 10^{15}$ кДж/год. енергії. Чи не цим можна пояснити природні катаклізми, які дедалі частіше вражають цей регіон?

Висновок напрошується сам. Мають бути визначені нормативи концентрації енергії на одиниці площі, щоб енергетичне навантаження не переходило певні межі, за якими може статися збурення навколишнього природного середовища. Як зауважує з цього приводу Н. Реймерс (Екологія. — М.: Россия молодая, 1994. — 367 с.), поріг енергетичного насичення на планеті має залежати не від можливості отримання енергії, а від допустимих лімітів її використання. З цієї тези випливає, що не існує абсолютно безпечних і екологічних джерел енергії: є дуже небезпечні і менш небезпечні. Отже, слід переглянути енергетичну стратегію як у глобальному, так і в регіональному масштабах. Енергетичні потужності необхідно розподіляти на території рівномірно, з урахуванням особливостей ландшафтів, народногосподарських та інших чинників, віддаючи перевагу малим енергогенераторам.

У країна споживає нині 86,9 млрд. кВт електроенергії на рік. Багато це чи мало? Енергетики кажуть, що мало, і роблять все для добудови двох атомних блоків-мільйонників. Тим часом експертиза показує, що коефіцієнт ефективності використання енергії у вітчизняних технологіях без особливих зусиль можна підвищити на 75—90 %. У доповіді Надзвичайного та Повноважного Посла США в Україні Карлоса Паскуаля на згаданих вище парламентських слуханнях була наведена вражаюча цифра: «Україна споживає у 20 разів більше енергії на одиницю продукції, ніж країни Західної Європи» (!).

З огляду на величезні втрати електричної енергії у мережі та у процесі виробництва валового продукту в Україні необхідно задіяти всі механізми енергозбереження. До речі, навіть у США, незважаючи на високу ефективність використання енергії в країні, планується заощадити за рахунок економії протягом 2000—2010 рр. на 207 млрд. доларів енергії. З цією метою міністерство енергетики США інвестує комплекс досліджень з енергозбереження. Серед них особливий інтерес викликає розробка силового кабелю з надпровідникових матеріалів. Чи не гідний приклад для наслідування в Україні?

У розв'язанні енергетичної проблеми мають сказати своє слово вітчизняні наука і техніка, запропонувавши нові технології замість надто марнотратних, що діють нині у нас у промисловості, в сільському і комунальному господарствах, на транспорті. Дуже важливо, щоб при створенні цих технологій враховувались екологічні імперативи. Проте сьогоденні реалії не вселяють оптимізму. Приємним винятком у цьому плані є розробка Смілянського заводу «Орізон», де винайшли електролампочку, в п'ять разів економнішу за звичайну. Таким же прикладом освоєння резервів, прихованих у теплоенергетиці, може бути модернізація Зміївської ТЕС, здійснювана трьома відомими німецькими фірмами. В результаті модернізації потужність станції підвищиться з 55 до 325 МВт при скороченні споживання вугілля на 16 %, а викиди попелу зменшаться на 18000 тонн, діоксиду сірки — на 2000 тонн, діоксиду вуглецю — на 150 тонн на рік. Відомі й інші цікаві технологічні рішення, але належного інтересу у Міністерства енергетики вони чомусь не викликають.

На тлі викладених аргументів виглядає непродуманим рішення Верховної Ради про виділення з бюджету держави на 2002 рік 240 мільйонів гривень на першу чергу впровадження технології повного паливного ядерного циклу.

У цьому зв'язку доречно нагадати слова Папи Римського Івана Павла II, сказані під час зустрічі в Президентському палаці: «... і, зокрема, для вас, науковці, нехай буде постійним застереженням жадлива суспільна, економічна та екологічна Чорнобильська катастрофа!

Технічні можливості мають бути поєднані з незмінними етичними цінностями, щоб, таким чином, забезпечити пошану, яка належить людині та її невід'ємній гідності».

Недавно Президент України підписав розпорядження про створення нової енергетичної стратегії держави на період до 2030 р. і на подальшу перспективу. Цю роботу координуватиме Інститут загальної енергетики НАН України. Залишається сподіватися, що цей інститут зуміє залучити до справи необхідних фахівців з різних наукових установ та відомств, щоб стратегія розроблялася не келейно, а з обговоренням у широких колах громадськості. Зрештою, саме цього вимагає прийнята в Орхусі в 1998 р. «Конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля».

© БАГНЮК Валентин Миронович. Кандидат біологічних наук. Керівник групи техногенних мікроекосистем відділу фітохімії і мембранології Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного НАНУ (Київ). 2001.