

Зауваження громадськості щодо продовження експлуатації енергоблоків АЕС України у понадпроектний термін

Наведено результати виконаного автором аналізу проблеми продовження терміну експлуатації (ПТЕ) енергоблоків АЕС в Україні, з якого випливає, що найбільш доцільним на сьогодні є зупинка блоків АЕС, термін яких добіг кінця.

Д. А. Хмара

Замечания общественности по продлению эксплуатации энергоблоков АЭС на сверхпроектный срок

Приведены результаты выполненного автором анализа проблемы продления срока эксплуатации энергоблоков АЭС в Украине, из которого следует, что наиболее целесообразна на сегодня остановка блоков АЭС, срок эксплуатации которых подошел к концу.

© Д. О. Хмара, 2010

На кінець 2009 р. у світі працювали 436 ядерних енергоблоків. Це на чотири блоки менше, ніж у 2004-му, і на вісім менше, ніж в історичний максимум 2002 р. Це помітно відрізняється від прогнозу в 4450 ГВт на 2000 р., зробленого Міжнародним агентством з атомної енергії (МАГАТЕ) в 1974 р. [1]. Останнє підмінення до електромережі нового ядерного енергоблока відбулося понад два роки тому. Це був реактор Чернавода-2 в Румунії, будівництво якого зайняло 24 роки і який базується на застарілих та небезпечних технологіях. Водночас у світі щороку зводяться вітрові електростанції потужністю більше за 27 ГВт і сонячні електростанції потужністю понад 6 ГВт, що еквівалентно 27 і 6 новим реакторам відповідно.

Середній вік ядерних реакторів наразі перевищує 24 роки. Якщо взяти до уваги, що середній вік АЕС, які сьогодні зупиняють, становить 22 роки [2], то стає зрозумілим, що перспективи атомної енергетики не дуже оптимістичні. Фактично проектний термін експлуатації 80 % всіх ядерних реакторів світу добігає кінця у наступні 10 років. Цим світовим тенденціям відповідає й ситуація в Україні. Починаючи з 2010 р., майже щороку в Україні закінчуватиметься термін експлуатації одного з ядерних енергоблоків. До 2020 р. вичерпаються проектні терміни експлуатації 12 з 15 працюючих енергоблоків (табл. 1).

Для реакторів, проектний час роботи яких закінчився, існують два варіанти — або їх зупинка, або продовження роботи. На кінець 2009 р. у світі всього було зупинено 127 реакторів, а термін експлуатації продовжено для кількох десятків ядерних реакторів (табл. 2).

В Україні рішення про зупинку або продовження роботи по першому блоку Рівненської АЕС має бути остаточно прийнято в грудні 2010 р. Оскільки процес виводу з експлуатації ядерних енергоблоків потребує значних фінансових ресурсів, яких уряд України на сьогодні не має [3], Міністерство палива та енергетики України бачить вихід у продовженні експлуатації старих енергоблоків, щоб АЕС мали змогу накопичити кошти на процес зупинки і виводу їх з експлуатації [4].

Говорячи про продовження терміну служби блоків АЕС, мається на увазі діяльність з підготовки до експлуатації в додатковий термін всіх пов'язаних об'єктів: енергоблока АЕС, пунктів зберігання ядерних матеріалів і радіоактивних речовин, а також сховищ радіоактивних відходів та палива для АЕС. Продовження експлуатації старих енергоблоків потребує значних фінансових, наукових та технічних ресурсів. У цьому процесі можна виділити кілька основних напрямів: обґрунтування продовження експлуатації, його законодавче забезпечення, аналіз стану енергоблоків, планування й виконання технічних робіт. До цього можна додати необхідність урахування особливої для України проблеми — наявності несерійних ядерних реакторів.

Українські ядерні енергоблоки. В Україні для вироблення електроенергії на атомних електростанціях використовують водо-водяні енергетичні реактори (ВВЕР). Західний аналог радянського типу реакторів ВВЕР називають реактором з водою під тиском — “pressurized water reactor” (PWR). Цей тип реакторів найбільш поширений у країнах колишнього соціалістичного табору. В нашій країні працюють два реактори ВВЕР-440/213 та 13 блоків з реактором ВВЕР-1000. Блоки з реактором ВВЕР-440/213 на Рівненській АЕС є найстарішими і мають істотні недоліки (пов'язані зі стабільністю в управлінні та пожежною

Таблиця 1

Назва АЕС	Номер енергоблока	Тип реактора	Встановлена електрична потужність, млн кВт	Початок будівництва	Дата енергопуску реактора	Рік закінчення проектного терміну експлуатації
Запорізька	1	ВВЕР-1000/320	1000	04.1980	10.12.1984	2014
	2	ВВЕР-1000/320	1000	04.1981	22.07.1985	2015
	3	ВВЕР-1000/320	1000	04.1982	10.12.1986	2016
	4	ВВЕР-1000/320	1000	01.1984	18.12.1987	2017
	5	ВВЕР-1000/320	1000	07.1985	14.08.1989	2019
	6	ВВЕР-1000/320	1000	06.1986	19.10.1995	2025
Южно-Українська	1	ВВЕР-1000/302	1000	03.1977	31.12.1982	2012
	2	ВВЕР-1000/338	1000	10.1979	06.01.1985	2015
	3	ВВЕР-1000/320	1000	02.1985	20.09.1989	2019
Рівненська	1	ВВЕР-440/213	420	08.1976	22.12.1980	2010
	2	ВВЕР-440/213	415	10.1977	22.12.1981	2011
	3	ВВЕР-1000/320	1000	02.1981	21.12.1986	2016
	4	ВВЕР-1000/320	1000	1984	16.10.2004	2034
Хмельницька	1	ВВЕР-1000/320	1000	11.1981	22.12.1987	2017
	2	ВВЕР-1000/320	1000	1983	08.08.2004	2034

безпекою) в порівнянні з аналогами, що експлуатуються в Західній Європі. Крім цього, на Южно-Українській АЕС експлуатуються два несерійні блоки ВВЕР-1000/302 та ВВЕР-1000/338 — одні з перших побудованих ВВЕР-1000, які є майже експериментальними прототипами так званої малої серії. Зазначимо, що в Західній Європі триває процес виведення ВВЕР з експлуатації.

Досвід продовження роботи блоків ВВЕР. На сьогодні в світі продовжено роботу невеликої кількості блоків з реакторами ВВЕР (Росія, Фінляндія). З усіх випадків ПТЕ тільки вісім стосувалися блоків конструкції ВВЕР-440: з них два блоки ВВЕР-440 типу В-213 на АЕС “Ловііса” (Фінляндія); два блоки ВВЕР-440 типу В-189 на Нововоронезькій АЕС (Росія); два блоки ВВЕР-440 типу В-230 на Кольській АЕС (Росія). Серед цих шести блоків лише останні два фінської АЕС відповідають українським реакторам Рівненської АЕС, на яких процес продовження експлуатації відбуватиметься в першу чергу. Але конструкції першого та другого блоків РАЕС з ВВЕР-440 типу В-213 дещо відрізняються, оскільки до них неодноразово вносилися зміни на вимогу країн Асоціації Донорів для

підвищення безпеки АЕС. Більше того, всі роботи з продовження терміну експлуатації блоків ВВЕР різних типів виконувалися переважно російськими спеціалістами за участі фінських спеціалістів на АЕС “Ловііса”. До робіт на РАЕС, звичайно, частково залучені й російські експерти, але ті, що займалися реакторами ВВЕР-440 типу В-230 на Кольській АЕС.

Отже, НАЕК “Енергоатом” продовжуватиме роботу ядерних енергоблоків без відповідного для цього власного досвіду, як і без досвіду роботи саме з українськими реакторами іноземних спеціалістів. При цьому історія ядерної індустрії показує, що навіть досвід роботи в десятки років не дає змоги гарантувати безпечного виконання робіт у цій складній галузі. Фактично продовження експлуатації старих енергоблоків є експериментом, а експерименти в ядерній енергетиці становлять значну небезпеку для людей і довкілля. Варто нагадати, що майже аналогічні блоки ВВЕР-440 на АЕС “Норд” (Німеччина) були закриті одразу після об’єднання Західної та Східної Німеччини; на вимогу членів Європейського Союзу припинено експлуатацію енергоблоків ВВЕР-440 на АЕС “Козлодуй” в Болгарії при вступі цієї країни до ЄС.

Проблеми продовження роботи ядерних блоків у понад-проектний термін. При експлуатації реакторів більше 20 років ризик аварії з радіоактивними викидами значно збільшується. Якщо продовження терміну служби реакторів для енергетичних компаній є фінансовою перспективою, то через ризики небезпеки для всього населення це рішення залишається неприйнятним для суспільства [6].

Наслідком старіння атомних станцій є збільшення кількості таких порушень, як незначні витіки, тріщини або короткі замикання. Це видно з практики реалізації проєктів щодо продовження термінів експлуатації в США, Європі та Росії. До збільшення кількості порушень призводить

Таблиця 2

Країна	Кількість енергоблоків, роботу яких продовжено	Кількість зупинених енергоблоків
Франція	2	11
Німеччина	6	19
Італія	0	Всі
Великобританія	8	26
США	54	28

поступове зменшення міцності матеріалів реакторів через вплив іонізуючого випромінювання, механічних навантажень, корозії та інших чинників.

Перші ознаки старіння звичайно виникають на мікроскопічному рівні структури матеріалів і часто стають очевидними тільки після пошкодження їх. Оцінювати небезпеку, викликану старінням реактора будь-якого типу, починають після 20-річного терміну його експлуатації, оскільки за теоретичними розрахунками період зношення обладнання АЕС припадає саме на такий його вік (але, підкреслимо, лише за теоретичними розрахунками).

Ризик подібної небезпеки зростає з кожним роком — це тенденція, яка простежується в усій галузі, але виявляється по-різному.

Кількість відмов мінімальна, коли термін експлуатації реактора досягає «середнього віку». Згодом цей показник поступово зростає (рис. 1) [7]. Даний процес не завжди легко розпізнати і відслідкувати, і він є великим ризиком для АЕС.



Рис. 1. Крива інтенсивності відмов

Початком технічних робіт з продовження терміну служби реакторів у понадпроектний період є аналіз та оцінка технічного стану за результатами експлуатаційного контролю, включаючи оцінку зміни властивостей матеріалів за проектний термін експлуатації з прогнозом про термін продовження та оцінку міцності вузлів з урахуванням експлуатаційних факторів й продовження терміну експлуатації. На базі проведених робіт має бути розроблений комплект технічних документів, що визначають можливість продовження терміну служби. Сучасна методика визначення стану елементів реактора не може дати 100-відсоткової гарантії достовірності. Більше того, існуючі програми оцінки стану не завжди виконуються [8]. Внаслідок цього реальний стан дуже часто стає відомим лише після аварії, коли проводити оцінки вже пізно.

Якість комплектуючих і якість виконання робіт. Для проведення робіт з ПТЕ енергоблоків необхідна заміна низки вузлів реакторної установки. Останні роки не вщухають скандали, пов'язані з постачанням неякісних комплектуючих для АЕС і незадовільною якістю виконаних робіт [9], [10]. Це викликає тривогу, оскільки до небезпек, які створюються роботою застарілого обладнання в понадпроектний термін, додаються небезпеки, викликані роботою неякісного обладнання.

Накопичення радіоактивних відходів. Будь-яка заміна матеріалів та устаткування на АЕС спричиняє появу радіоактивних відходів (РАВ) різного ступеня радіоактивності. Для продовження терміну експлуатації виконується значно більший обсяг робіт, ніж при впровадженні звичайних заходів щодо підвищення безпеки АЕС або виникненні

проектних аварій. Більший обсяг робіт означає виникнення значно більшої кількості РАВ порівняно з попередніми роками.

Також виникає проблема з відпрацьованим ядерним паливом. Через відсутність альтернативних варіантів поводження з паливом, у світі все більше застосовується практика зберігання ВЯП у національних сховищах. У разі існування намірів продовжувати терміни служби реакторів необхідно збільшувати місткість пристанційних сховищ. Якщо цьому питанню не приділяти належної уваги, кількість радіоактивних матеріалів на кожному з об'єктів збільшуватиметься.

Проектна документація. Експлуатуючі організації намагаються переконати громадськість, що завдяки постійній модернізації станцій, яка проводиться для підвищення рівня безпеки, жодних аварій на АЕС більше не станеться. Проте в ході модернізації часто з'являються відхилення від початкового проекту. Тим часом для планування й проведення складних і довготривалих комплексних робіт, до яких належить продовження експлуатації АЕС, вкрай необхідно мати актуальну проектну документацію на конкретну АЕС. Як показує практика аналогічних проектів з Росії [11], внаслідок змін, внесених до конструкції енергетичної установки і не відмічених на всіх рівнях проектної документації, виконавці робіт змушені не тільки відхилитися від планів проведення робіт, але й взагалі припинити їх, що спричиняє як затримку проведення робіт, так і фінансові перевитрати. Проте головним наслідком невідповідності документації реальній діючій АЕС може бути те, що внесені за застарілими планом нові елементи або проста заміна комплектуючих знижать рівень безпеки станції або навіть стануть причиною аварії.

Законодавчі аспекти процесу ПТЕ. Техніко-економічна оцінка (ТЕО) доцільності ПТЕ є одним з початкових етапів прийняття рішення про подовження експлуатації. Результати ТЕО і техніко-економічні показники інвестиційних проектів в атомній енергетиці є основними чинниками ухвалення рішень про відкриття фінансування даних проектів.

Крім того, в більшості демократичних країн для продовження терміну експлуатації старих ядерних енергоблоків оператором готується оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС). Основними завданнями ОВНС є: визначення масштабів та рівнів впливу планованої діяльності на довкілля, заходів щодо запобігання або зменшення цих впливів, прийнятності проектних рішень з точки зору безпеки довкілля; прогноз змін довкілля відповідно до переліку впливів; визначення комплексу заходів щодо попередження або обмеження небезпечних впливів планованої діяльності на довкілля. А, головне, громадськість може бути долучена до обговорення процесу ПТЕ енергоблоків АЕС. В Україні ж для продовження експлуатації ОВНС не готувалася, а отже, громадськість до обговорення цього питання долучена не була.

Наукове і технічне забезпечення процесу ПТЕ. Представники галузі атомної енергетики впевнені як у можливості обґрунтування перегляду раніше встановлених термінів експлуатації ядерних енергоблоків, так і в можливості переконання громадськості в безпеці останніх, а найголовніше — в необхідності процесу ПТЕ для старих блоків АЕС. Однак протягом останніх 30 років ядерна промисловість зіштовхується з радикальною зміною проблем у промисловому середовищі [12], які пов'язані, по-перше,

з утилізацією відходів та витратами на зняття з експлуатації, що набагато переважають оцінки минулого; по-друге, з конкуренцією зі значно модернізованими газовим та вугільним секторами та з сектором нових і відновлювальних джерел енергії [13]; по-третє, зі швидкою втратою компетенції кадрів та нестачею виробничої інфраструктури [1]. За оцінками МАГАТЕ ситуація із залученням компетентних спеціалістів до процесу ПТЕ склалася критична, а середній вік персоналу АЕС і служб технічної підтримки помітно наближається до 50 років [14].

Особливості організації продовження експлуатації АЕС в Україні. Згідно зі Стратегією розвитку енергетичного сектора до 2030 р., в Україні буде подовжено роботу 13 з 15 діючих ядерних енергоблоків. Незважаючи на те, що офіційна енергетична стратегія постійно критикується, не відповідає європейським нормам [15] і має ряд реалістичніших альтернатив [16], Кабінет Міністрів України 29 квітня 2004 р. ухвалив документ «Комплексна програма робіт щодо продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків атомних електростанцій».

Основним аргументом на захист цього кроку стала можливість й надалі отримувати дешеву атомну електроенергію в потрібних обсягах та накопичити кошти на закриття енергоблока, коли вичерпається його ресурс. Крім спірності наведеного доводу, варто акцентувати на тому, що уряд України, приймаючи таке рішення, не взяв до уваги спроможність України виконати поставлені завдання. За інформацією Державного комітету ядерного регулювання України, з самого початку прийнята програма виконувалася вкрай незадовільно [17], [18]. Наразі, коли до кінця терміну експлуатації енергоблока № 1 Рівненської АЕС, який є першим у черзі на ПТЕ, залишилося менше року, ситуація в цілому не змінилась [19].

Економічні особливості ПТЕ ядерних установок в Україні. До тарифу на вироблення українськими атомними електростанціями 1 кВт·год не включено вартість будівництва самих електростанцій. Проте витрати на реалізацію заходів щодо ПТЕ й введення нових потужностей мають ураховуватися тарифом. Отже, собівартість електроенергії, що вироблятиметься новими енергоблоками або енергоблоками з ПТЕ, має бути вищою, ніж собівартість електроенергії, виробленої працюючими АЕС. Звідси виникають великі сумніви в економічній доцільності ПТЕ українських ядерних енергоблоків. Щодо заяв про накопичення коштів у фонді виводу з експлуатації в разі продовження роботи АЕС, то вони лунають вже понад десять років, але до фонду не надійшло ні копійки.

Фінансування заходів щодо продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків АЕС здійснюється відповідно до законодавства за рахунок інвестиційної складової тарифу, а саме — амортизаційних відрахувань, ремонтного фонду в частині витрат, пов'язаних з поліпшенням основних фондів і віднесених до валових витрат на виробництво електричної енергії. За оцінками вітчизняних спеціалістів, кошторис основних заходів та орієнтовні додаткові витрати з продовження терміну експлуатації одного енергоблока потужністю 1000 МВт становитимуть \$50—80 млн (американські аналітики стверджують, що витрати на американських АЕС складатимуть близько \$50 млн для ПТЕ блока потужністю 1000 МВт; продовження на 15 років терміну служби двох реакторів першого покоління на Кольській АЕС обійдеться в \$230 млн за обидва блоки).

Зауважимо, що частина робіт з продовження експлуатації вже виконується в рамках програми підвищення

безпеки українських АЕС. За цією програмою протягом 2006—2008 рр. витрачено більш як \$200 млн [20]. Ще близько \$100 млн передбачалося витратити в 2009 р. Такі роботи провадяться і за рахунок власних коштів АЕС, і за рахунок кредитних ресурсів ЄБРР та Євроатома. За даних умов складно визначити реальні витрати на процес ПТЕ.

Проблема перевитрат коштів є загальною для всієї світової ядерної енергетики [10], це саме спіткає й НАЕК «Енергоатом». Перевірки атомних підприємств Національного комісією регулювання електроенергетики України (НКРЕ) свідчать про порушення компанією умов ліцензії через недотримання структури тарифу, яку затвердила комісія, перевитрати коштів і неповне виконання окремих статей витрат [21], [22]. Тому при розгляді фінансових питань, пов'язаних з виробництвом ядерної електроенергії, слід мати на увазі, що попередні оцінки будуть перевищені.

Спробуємо оцінити економічну доцільність ПТЕ енергоблока № 1 Рівненської АЕС. За даними НАЕК «Енергоатом», встановлена електрична потужність блока № 1 РАЕС дорівнює 420 МВт [24]. Загальна потужність усіх працюючих ядерних реакторів України — 13835 МВт. Частка енергоблока № 1 РАЕС у загальній кількості виробленої електроенергії компанією НАЕК «Енергоатом» становить $420/13835 \cdot 100 \% = 3 \%$.

Чистий прибуток НАЕК «Енергоатом» у 2008 р. склав 128,86 млн грн, що еквівалентно приблизно \$16 млн. Відповідно річний прибуток блока № 1 РАЕС становить 3 % зазначеної суми, або \$0,48 млн.

НАЕК «Енергоатом» планує продовжити термін експлуатації енергоблоків максимум на 15 років. За цей період блок принесе компанії прибуток $0,48 \cdot 15 = \$7,2$ млн.

Отже, прибуток енергоблока за весь попередньо запланований період експлуатації в понадпроектний термін експлуатації становитиме трохи більше \$7 млн; при цьому за оцінками українських спеціалістів для виконання робіт з продовження терміну експлуатації знадобиться мінімум \$50 млн, а реально — більше, ніж \$100 млн.

Станом на жовтень 2009 р. роботи щодо ПТЕ на блоці № 1 Рівненської АЕС вже тривають. НАЕК «Енергоатом» повідомляє, що «...Об'єм витрат обґрунтовано в техніко-економічному розрахунку (ТЕР), який схвалено Мінпаливенерго України, та на сьогоднішній день не перевищує рівень, встановлений міжнародною практикою, і може складати до 680 доларів на кіловат встановленої потужності АЕС...» [25]. Таким чином, вартість ПТЕ енергоблока № 1 РАЕС потужністю 440 МВт може скласти близько \$300 млн, що в разі перевищує міжнародну практику ПТЕ аналогічних ядерних енергоблоків.

З наведених фактів очевидно, що економічної доцільності в продовженні терміну експлуатації немає. Жодних додаткових витрат, які нестиме «Енергоатом», крім описаних вище, ми не враховували, тобто реальна ситуація буде значно гіршою.

Висновки

На сьогоднішній день енергетика України перебуває в залежності від АЕС, оскільки ними виробляється приблизно 50 % всієї електроенергії.

Головною небезпекою ядерної енергетики є те, що на кожному етапі експлуатації АЕС, починаючи з видобуван-

ня урану для виробництва ядерного палива і закінчуючи виведенням об'єкта з експлуатації, утворюються небезпечні радіоактивні відходи. РАВ створюють величезні ризики для населення та навколишнього середовища не тільки навколо АЕС, але й для значно більшої території й значно більшої кількості людей. Ці надзвичайно небезпечні речовини можуть потрапити у довкілля під час транспортування, переробки, використання й зберігання, а також можуть бути використані терористами.

Через недосконалість конструкцій й самі працюючі АЕС становлять значну загрозу, а експлуатація ядерних реакторів у терміни, що перевищують встановлені проектом, несе ще більшу небезпеку.

Щоб знешкодити РАВ, не вистачить коштів, які заробляють атомні електростанції, тобто економічної доцільності у використанні АЕС в Україні немає, а тим більше, немає й економічної доцільності у продовженні термінів експлуатації ядерних енергоблоків. Але за рахунок неповної сплати за подолання наслідків роботи ядерної галузі, а також через небажання Міністерства палива і енергетики України розвивати сучасні джерела енергії, атомна енергетика отримує значні привілеї для подальшого розвитку.

Виходячи з того, що Україна не володіє в достатній мірі ядерними технологіями, рішення керманців країни про ПТЕ призводить до того, що наша енергетика ставить в залежність від іноземних постачальників.

Продовження роботи старих ядерних реакторів не вирішить проблем в українській енергетиці, а лише створить ряд нових. Фактично ми отримуємо лише негативні наслідки, які ще раз варто перелічити: збільшення кількості радіоактивних відходів; підвищення ймовірності ядерної аварії; загрозу енергетичній безпеці; економічні збитки; порушення екології регіонів навколо АЕС.

Найкращим рішенням з точки зору енергетичної безпеки України на сьогодні є поступове виведення з експлуатації небезпечних об'єктів атомної енергетики та спрямування коштів, які витрачалися для її підтримки, на підвищення енергоефективності в промисловості й житловому господарстві, а також на розвиток значно дешевших джерел енергії.

Список літератури

1. Стан атомної енергетики у світі: Доповідь, підготовлена консультантами Майклом Шнайдер (Париж) за участі Ентоні Фрогатта (Лондон). — К.: НЕЦУ, 2009. — (Переклад і оновлення станом на травень 2009 р.).
2. Power Reactor Information System (PRIS)/ International Atomic Energy Agency. — 2009.
3. Б. Т. Тимофеев, А. О. Зотова. Стойкая к радиации// Атомная стратегия. — 2006. — № 24.
4. Комплексна програма робіт щодо подовження терміну експлуатації діючих енергоблоків атомних електростанцій: затверджено розпорядженням КМУ від 29.04.2004 № 263-р.
5. НАЕК «Енергоатом». http://energoatom.kiev.ua/ua/news/nngc?_m=pubs&_t=rec&_c=view&id=15678

6. Un dossier gyalisij conjointement par les Amis de la Terre, le Bond Beter Leefmilieu Vieillissement des centrales nucléaires et sécurité// Greenpeace, Inter-Environnement Wallonie, Voor Moeder Aarde et le WWF. — Octobre 2006.

7. N. Meyer, D. Rieck, and I. Tweer. Alterung in Kernkraftwerken. — Hamburg: Greenpeace, 1996 (revised version 1998).

8. Постанова Колегії Держатомрегулювання № 4а від 24.06.2004 «Про стан робіт з обґрунтування безпечної експлуатації корпусів реакторів АЕС України».

9. Nothing to report nuclear. — Belgia, France, Alaine de Halleux, Crescendo films, Iota Production, 2009.

10. Метью Уолд (Matthew L. Wald). Проблеми ядерного ренесансу у Фінляндії: звіт з Вашингтону. — <http://atom.org.ua/?p=651>.

11. Корнев А. В. Опыт проведения комплексного инженерно-радиационного обследования объектов использования атомной энергии для обеспечения вывода их из эксплуатации: Доклад на конф. «Вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Концептуальные аспекты и практический опыт». — М., 2—5 июня 2009.

12. Гултман Н. Е., Кум Дж., Каммен Д. М. Чому нас може навчити історія щодо майбутніх витрат атомної енергетики США // Environmental Science & Technology». — 2007, 1 квітня.

13. Амори Б. Ловінс. Могутні миші// Nuclear Engineering International. — 2005, грудень.

14. Safety aspects in life extension of NPPs: Working material. — Vienna: IAEA, 2002. — 32 p.

15. Хмара Д. О. Порівняльний аналіз екологічної складової в енергетичних стратегіях України і Європейського Союзу // 36. матеріалів громадських слухань спільно з комітетом Верховної Ради України з питань ПЕК 15 травня 2008 р. — К., 2008

16. Концепція «неатомного» шляху розвитку енергетики України / Всеукр. еколог. громадська організація «МАМА-86», Нац. еколог. центр України, Молодіжна еколог. громадська організація «Екоклуб»-Рівне, Дніпродзержинська громадська еколог. організація «Голос Природи», Еколого-культурний центр «Бахмат»-Артемівськ. — 2006. — <http://www.nescu.org.ua/konceptsiya-neatomnogoshlyahu-rozvitku-energetiky/>

17. Постанова Колегії Держатомрегулювання № 10 від 10.06.2005 «Про хід виконання Комплексної програми робіт щодо продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків АЕС у понадпроектний строк».

18. Постанова Колегії Держатомрегулювання № 7 від 24.04.2007 «Про стан виконання заходів стосовно продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроектний термін».

19. Відповідь ДКЯР на запит НЕЦУ до від 20.08.2009 щодо процесу продовження експлуатації АЕС України у понадпроектний термін. — <http://www.nescu.org.ua/lyst090917/>

20. Концепції підвищення безпеки діючих енергоблоків атомних електростанцій (КПБ): схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України № 515-р від 13.12.2005.

21. <http://www.pravda.com.ua/news/2006/7/10/44228.htm>

22. http://www.atom.gov.ua/ru/media/nnegc.html?_m=pubs&_t=rec&id=9639

23. <http://www.day.kiev.ua/73905/>

24. За даними НАЕК «Енергоатом». — http://energoatom.kiev.ua/ua/about_nngc/nngc

25. Відповідь на лист НЕЦУ до НАЕК «Енергоатом» по питанніях продовження роботи ядерних енергоблоків у понадпроектний термін. — <http://www.nescu.org.ua/lyst-0911-ponadproektniy-termin-ekspl-aes/>

Надійшла до редакції 14.01.2010.