

Національний екологічний центр України  
Дмитро Хмара

Експлуатація ядерних енергоблоків  
у понадпроектний термін.  
*Світова практика і особливості  
процесу в Україні*

## **1. Атомна галузь в Україні**

Україна отримала в спадок від Радянського Союзу значно розвинуту ядерну інфраструктуру, на підтримку якої держава витрачає значні кошти, що надходять з державного бюджету, а також в рамках міжнародної допомоги. Значний фокус на атомну енергетику з боку усіх урядів незалежної України призвів до занепаду інших галузей енергетики, а також катастрофічної ситуації в сфері енергоефективності.

Атомна енергетика виробляє лише 6% від загального обсягу енергії, що споживається в Україні, проте їй приділяється значна увага, а найголовніше, на її підтримку витрачаються значні кошти з державного бюджету. Іншою проблемою ядерної галузі є накопичення невирішених проблеми, таких як відпрацьоване ядерне паливо та радіоактивні відходи, на знешкодження яких сьогодні не виділяється достатньо ресурсів, що дозволяє чиновникам говорити про «дешеву електроенергію від атомних електростанцій». Чим довше працює атомна енергетика, тим більші витрати потрібно буде понести в майбутньому українським платникам податків.

### **1.1. Атомні електростанції в Україні.**

На сьогодні в Україні працюють чотири атомні електростанції (АЕС)— Запорізька, Рівненська, Південноукраїнська та Хмельницька, на яких експлуатуються п'ятнадцять ядерних енергоблоків, з них тринадцять — з реакторною установкою типу ВВЕР-1000, а два — ВВЕР-440.

Вибір майданчиків для розміщення АЕС на території сучасної України в часи СРСР був зроблений не дуже вдало для нашої країни, тому на діючих АЕС постійно виникають нетехнічні проблеми, пов'язані з нестачею природних ресурсів для запроєктованого режиму роботи ядерного реактора.

### **1.2 Чорнобильська АЕС**

Найбільша за всю історію людства техногенна аварія сталась на Чорнобильській АЕС у 1986 році. Проте виробництво електроенергії припинилась на ній лише в кінці 2000 року. Подолання наслідків Чорнобильської катастрофи лягло важким тягарем на бюджет України.

Також Україна отримала сотні мільйонів доларів допомоги від інших країн.

Будівництво об'єктів, необхідних для виведення ЧАЕС з експлуатації, виявилось складнішим та дорожчим, ніж очікувалося. Наприклад, будівництво сховища для ядерного палива з 1-3 блоків ЧАЕС вже мало бути закінчено. Але проект фактично починається спочатку через неспроможність досвідченої французької компанії AREVA побудувати сховище. Американська компанія Холтек (Holtec International), яка взялась за будівництво даного сховища наразі планує вдвічі збільшити його вартість. На сьогодні, атомна компанія що заробляла на експлуатації ЧАЕС не сплачує нічого для подолання наслідків Чорнобильської катастрофи - ЧАЕС була переведена на баланс Міністерства України з Питань Надзвичайних Ситуацій (МНС) і більшість заходів фінансується з державного бюджету, або за рахунок міжнародної допомоги.

### **1.3 Поводження з відпрацьованим ядерним паливом**

Українські АЕС щорічно виробляють приблизно 150 тонн відпрацьованого ядерного палива (ВЯП). Представники ядерної індустрії стверджують, що ВЯП - це потенційно важливий ресурс для роботи реакторів нового покоління. Насправді, вони говорять про це вже кілька десятиліть, а реактора такого нового типу, де промислово можна «спалювати» ВЯП, навіть не почали будувати в світі .

ВЯП від ядерних енергоблоків типу ВВЕР-440 (1-й і 2-й блок Рівненської АЕС) вивозяться на підприємство «Маяк» (Челябінська область, Росія). ВЯП від всіх інших АЕС, згідно контрактів з російською стороною, повинні відправлятися на Гірничо-хімічний комбінат в м. Железногорськ (Росія), де воно буде перероблятися. Але завод з переробки палива до цих пір не почали будувати, тому паливо від реакторів ВВЕР-1000 з країн усього колишнього соціалістичного табору звозиться в спеціальне сховище при даному підприємстві, яке було практичний повним вже років 15 тому. У зв'язку цим Росія впродовж з 1993 року відмовилася приймати паливо від найбільшої в Європі АЕС - Запорізької. У результаті Україна була змушена прискореними темпами будувати біля Запорізької АЕС власне сховище для виробленого нею ВЯП, яке почало діяти у 2001-році. Уряд прийняв рішення щодо будівництва Централізованого сховища для ВЯП (ЦСВЯП) від Хмельницької, Рівненської та Південноукраїнської АЕС на території Чорнобильської Зони, проте його будівництво наразі

затримається. Головною проблемою ЦСВЯП є те, що це лише значно збільшить витрати вирішення проблеми ВЯП у майбутньому. Також громадськість хвилює той факт, що коли АЕС будуть зупинені, то фінансування об'єкту буде перекладено на платників податків, як це сталося з Чорнобильською АЕС.

#### **1.4 Високовольтні лінії електропередач**

Розвиток централізованого виробництва електроенергії, переважно за рахунок будівництва АЕС, в Україні призвів до необхідності спорудження значної кількості потужних ліній електропередач (ЛЕП) від виробників електроенергії до споживачів. Проте реального зростання енергоспоживання всередині країни не спостерігається, тому українські енергетики також працюють над будівництвом ЛЕП для експорту електроенергії в інші країни. Спорудження високовольтних ліній електропередач вимагає відведення значних площ земельних ділянок – це викликає соціальне напруження в областях, де прокладаються ЛЕП. Прикладом такої ситуації можуть бути події навколо проекту лінії електропередач «Аджалик-Усатове», де державна компанія «Укренерго» протягує високовольтну лінію над домівками та городами жителів села Усатове. Коли місцеве населення намагалось відстояти свої права до протистояння долучилися понад 400 правоохоронців, які стали на бік енергетиків.

Інший негативний приклад – це проект спорудження лінії електропередач 750 кВт «Запорізька АЕС - підстанція «Каховська», який передбачає проходження ЛЕП через ряд унікальних об'єктів природно-заповідного фонду. Будівництво опор під ЛЕП і протягання кабелів створюють значний негативний вплив на місцеві екосистеми, а також на міграції птахів.

#### **1.5 Плани уряду**

Розбудова енергетичної галузі має відбуватися згідно документу «Енергетична стратегія України до 2030 року», в якому головний фокус спрямовано на розвиток ядерної енергетики та вугільної галузі. Що стосується атомної енергетики, то пропонується продовження терміну експлуатації 13 існуючих ядерних енергоблоків і будівництво 22-х нових, створення заводу по фабрикації ядерного палива.

В «Енергетичній стратегії України до 2030 року» закладено надмірний ріст споживанням енергії в країні, тому зараз значні бюджетні кошти вкладуються у нарощування енергетичних потужностей для задоволення

ефемерного попиту, а не модернізацію енергетики. Згідно стратегії, за рівнем енергоефективності в 2030 році Україна ледь досягне показника Польщі зразка 2005 року.

Альтернативні джерела енергії є пріоритетом у багатьох країнах, як розвинутих так і тих, що швидко розвиваються. Саме виходячи з необхідності енергетичної безпеки у Європейському Союзі прийняте рішення про те, що у 2020 році відновлювальною має бути щонайменше 20% енергії. В Україні планується лише 6% до 2030 року. Україна має свої технології, своїх виробників і інтеграторів сучасних енергетичних систем, але у нас розвиток альтернативних джерел наштовхується на адміністративні перепони і на монополію постачальників традиційних джерел енергії. Таким чином виробники сучасних видів енергії працюють виключно на експорт.

«Енергетична стратегія України до 2030 року» не відповідає світовим тенденціям і має бути переглянута. Дана стратегія лише створює оманливий комфорт і відкладає необхідність різких кроків до реформування енергетичного сектору, ставлячи під загрозу енергетичну незалежність країни. Про це вже не одноразово було було заявлено представниками громадськості, науковцями, депутатами Верховної Ради та представниками Уряду, проте реальних кроків по її перегляду зроблено не було.

На реалізацію амбітних планів по розбудові ядерної галузі немає достатньо коштів у державному бюджеті, а приватні фінансові установи, через непрозорість енергетичного ринку, не планують надавати кредити. Більш того, Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом», яка є оператором всіх діючих АЕС України, на сьогодні, немає коштів навіть на вивід з експлуатації ядерних енергоблоків, проектний термін роботи яких добіг кінця, тому було прийнято рішення про продовження експлуатації ядерних реакторів у понадпроектний термін. Такі плани несуть значні загрози для населення країни: починаючи від підвищення ймовірності аварії на старих АЕС - закінчуючи фінансовою недоцільністю таких заходів. Ця робота має за свою мету показати проблеми експлуатації реакторів АЕС у терміни, що перевищують проектні у півтора рази.



## 2. Подовження роботи старих АЕС у понадпроектні терміни

Починаючи з 2010 року, майже щороку, в Україні буде добігати кінця термін експлуатації одного з ядерних енергоблоків. Рішення про зупинку або продовження роботи по першому блоку Рівненської атомної електростанції має бути остаточно прийнято в грудні 2010 року.

Процес виводу з експлуатації ядерних енергоблоків потребує значних фінансових ресурсів, яких уряд України на сьогодні немає<sup>1</sup>. Представники ядерної галузі та Міністерства палива та енергетики України бачать вихід в продовженні експлуатації старих енергоблоків, щоб АЕС мали змогу накопичити кошти на процес зупинки і виводу з експлуатації<sup>2</sup>.

Викликають стурбованість й інші процеси, пов'язані з подальшою долею старих ядерних реакторів, особливо цікавлять питання безпеки й фінансової рентабельності. В цьому документі ми спробуємо комплексно проаналізувати основні питання пов'язані з подовженням експлуатації старих енергоблоків. Також ми спробуємо дати оцінку планам українських урядовців.

Сподіваємось, що дане дослідження аргументовано доведе, що експлуатація старих енергоблоків в понадпроектний термін становить підвищену небезпеку. Враховуючи українські реалії, навіть після продовження роботи, застарілі блоки не зароблять достатньо коштів для того, щоб забезпечити безпечний вивід АЕС з експлуатації, коли вона буде зупинена, а також щоб подбати про всі напрацьовані АЕС небезпечні відходи.

На наступній таблиці показано графік закінчення терміну експлуатації блоків українських АЕС<sup>3</sup>.

Назва АЕС	№ енергоблока	Тип реактора	Встановлена електрична потужність (млн. кВт)	Початок будівництва	Енергопуск реактора	Закінчення проектного терміну експлуатації
Запорізька АЕС	1	ВВЕР-1000/320	1000	04.1980	10.12.1984	2014

<sup>1</sup> Б.Т. Тимофеев, А.О. Зотова, ЦНИИ КМ «Прометей», Журнал «Атомная стратегия», № 24, август 2006 г., Материаловедение, «Стойкая к радиации».

<sup>2</sup> Комплексна програма робіт щодо подовження терміну експлуатації діючих енергоблоків атомних електростанцій, затверджена Розпорядженням КМУ від 29 квітня 2004 року № 263-р.

<sup>3</sup> НАЕК «Енергоатом», станом на червень 2009 року, [http://energoatom.kiev.ua/ua/about\\_nngc/nngc](http://energoatom.kiev.ua/ua/about_nngc/nngc).

	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
Південноукраїнська АЕС	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 АЕС	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 АЕС	1	ВВЕР-1000/320	1000	11.1981	22.12.1987	2017
	2	ВВЕР-1000/320	1000	1983	08.08.2004	2034

Аналогічна ситуація склалась й у світовій атомній енергетиці, де протягом 2010-2020 років приблизно 80% енергоблоків АЕС, що діють в світі, вичерпають проектний термін експлуатації. Після закінчення цього терміну має бути ухвалене рішення або про виведення енергоблоку з експлуатації або про продовження його роботи після необхідних перевірок і модернізації.

Говорячи про продовження терміну служби блоків АЕС, ми маємо на увазі діяльність по підготовці до експлуатації в період додаткового терміну всіх пов'язаних об'єктів: енергоблок АЕС (розуміється частина атомної станції в складі ядерної установки), радіаційних джерел, пунктів зберігання ядерних матеріалів і радіоактивних речовин, а також сховищ радіоактивних відходів, палива для АЕС.

## 2.1 Суть процесу подовження експлуатації ядерних енергоблоків

Процес подовження експлуатації старих енергоблоків являє собою нетривіальну задачу, яка потребує значних фінансових, наукових та технічних ресурсів. Ці заходи можна розділити на кілька основних напрямів: обґрунтувати подовження експлуатації, законодавче забезпечення процесу, проведення аналізу стану енергоблоків, планування і виконання технічних робіт.

Для оцінки наскільки складною є процедура по подовженні роботи українських енергоблоків у понадпроектний термін варто ознайомитись з переліком дій, які передбачені програмою, прийнятою Верховною Радою України.

Ось перелік необхідних заходів<sup>4</sup>:

- розроблення нормативно-правових актів, що встановлюють правовідносини між суб'єктами регулювання щодо діяльності з управління ресурсом експлуатації експлуатуючими організаціями;
- приведення діючих в Україні нормативно-правових актів у відповідність з рекомендаціями МАГАТЕ;
- розроблення нових норм, правил і стандартів, що визначатимуть кількісні та якісні показники стану безпеки і надійності систем та устаткування, важливих для безпеки, а також вимоги до організації та порядку здійснення діяльності щодо ліцензування, нагляду, контролю, випробувань, верифікації та валідації розрахункових програм, кодів, моделей, методів, атестації систем контролю та персоналу;
- аналіз та переоцінку безпеки діючих енергоблоків з урахуванням їх комплексного інженерно-радіаційного обстеження;
- створення інформаційно-аналітичної системи про поточний стан безпеки;
- вибір та обґрунтування коригуючих заходів і оцінку їх ефективності щодо вартості та інженерних факторів;
- визначення дефіцитів безпеки проектних рішень, що плануються до реалізації;
- забезпечення ведення робіт з модернізації, реконструкції, відновлення устаткування та систем, зняття з експлуатації енергоблоків;
- удосконалення вимог щодо експлуатаційного контролю, інспекцій, іспитів, технічного обслуговування, ремонтів та експлуатаційної документації;
- визначення залишкового ресурсу устаткування;

---

<sup>4</sup> Комплексна програма робіт щодо продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків атомних електростанцій, затверджена Розпорядженням КМУ від 29 квітня 2004 року № 263-р.

- розвиток та адаптацію програмно-математичного забезпечення, математичних методів, розрахункових кодів, моделей, алгоритмів для обробки й аналізу даних, формування інформаційних матеріалів з проблем експлуатації, а також заходів, спрямованих на їх розв'язання та ефективність;
- визначення методів та засобів діагностики стану устаткування і систем, змін їх характеристик та спроможності до виконання функцій;
- визначення необхідного обсягу проведення контрольних випробувань та переліку показників, що перевірятимуться;
- дослідження вразливості устаткування до процесів старіння;
- розроблення технічних та організаційних заходів щодо поліпшення умов експлуатації з метою стримування процесів старіння та пом'якшення впливу цих процесів на ресурс використання устаткування;
- створення нових технологій, матеріалів з поліпшеними властивостями щодо процесів, які зменшують ресурс устаткування;
- розроблення засобів та приладів діагностування, контролю, управління та створення стендів для проведення іспитів;
- розроблення засобів колективного та індивідуального захисту для ведення відновних робіт, модернізації та реконструкції, що супроводжуються додатковим радіаційним опроміненням персоналу.

Існують різні оцінки щодо спроможності України в здійсненні всіх заходів. Надалі ми спробуємо проаналізувати наскільки Україна має ресурси для реалізації процесу подовження експлуатації й спробуємо відповісти на питання чи доцільним є реалізовувати цей процес.

Загалом у світі на сьогодні ситуація з подовженням терміну експлуатації ядерних реакторів неоднозначна. Наприклад, потужна ядерна держава Франція подовжила роботу лише 2 ядерних блоків, а зупинила 11 блоків, термін роботи яких добіг кінця. Німеччина подовжила роботу 6-ти старих блоків, зупинила – 19. Італія зупинила роботу всіх енергоблоків. Великобританія – 8 подовжила, 26 – закрила. В США 54 енергоблоки – подовжено, 28 – зупинено.

Станом на червень 2010 року в світі від початку роботи перших промислових енергетичних реакторів було зупинено 129 реакторів. Жоден з реакторів не працював понад 43 роки, при тому що проектний термін експлуатації багатьох реакторів становить до 40 років.

Це дає нам право стверджувати, що не існує реального досвіду експлуатації старих реакторів. Тим більше це відноситься до реакторів, які працюють саме в Україні<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Power Reactor Information System (PRIS), International Atomic Energy Agency, 2009

### 3. Експлуатація АЕС у передбачених проектом умовах

Для розуміння основних проблем, які виникають при експлуатації старих ядерних енергоблоків в терміни, що перевищують запроектовані, необхідно для початку розглянути різні аспекти роботи ядерних реакторів за звичайних обставин.

#### 3.1 Ядерні енергетичні реактори

Атомний реактор - це пристрій для одержання керованої атомної енергії. Існує кілька типів атомних реакторів, усі вони використовують ядерну ланцюгову реакцію розпаду. Розпад ядер відбувається в активній зоні реактора, у якій зосереджене ядерне паливо, і супроводжується вивільненням значної кількості енергії. Перший реактор був пущений у США в 1942.

Реактори розрізняють:

- за енергією нейтронів, що викликають розпад (реактор на теплових, швидких і проміжних нейтронах)
- за характером розпаду ядерного палива (гомогенні і гетерогенні)
- за використанням сповільнювачем (графітові, водо-водяні та ін.)
- за призначенням (енергетичні, дослідницькі)

На травень 2009 року у світі працювали 436 блоків – тобто на чотири менше, ніж у 2004-му, і на 8 блоків менше, ніж в історичний максимум в 2002 році – що склав 370,221 ГВт потужності. Це помітно відрізняється від прогнозу у 4450 ГВт на 2000 рік, зробленого Міжнародним агентством з атомної енергії (МАГАТЕ) в 1974 році<sup>6</sup>.

Протягом всього періоду експлуатації АЕС відбулося кілька серйозних аварій на таких установках, найбільша в 1986 на атомній електростанції в Чорнобилі (Чорнобильська катастрофа), де стався вибух, що викликав пожежу й радіоактивне зараження великої території. У Гаррісбурзі, Пенсильванія, США, у 1979 відбулася аварія через електричне, механічне ушкодження і помилки оператора, в результаті якої відбувся витік радіоактивної речовини; у 1957 в Англії (Віндскейл) була зруйнована серцевина реактора, відбувся викид радіоактивної речовини в атмосферу.

---

<sup>6</sup> «Стан атомної енергетики у світі», Доповіді підготовленої консультантами Майклом Шнайдер (Париж) за участі Ентоні Фрогатта (Лондон). Переклад і оновлення станом на травень 2009 року - НЕЦУ.

Аварії на АЕС відносять до найбільших техногенних аварій в історії людства. Від них вже постраждали мільйони людей і тисячі квадратних кілометрів на тисячі років стали непридатними для користування.

### **3.2 Загальні відомості про реакторні установки українських АЕС**

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 є найбільш поширеним у країнах колишнього соціалістичного табору. В даний час працює 53 реактори ВВЕР в 7 країнах Східної Європи. Конструкція ВВЕР є дуже привабливою через умовну дешевизну використовуваного теплоносія-сповільнювача (звичайна вода). Серед основних недоліків - необхідність використання в цих реакторах збагаченого урану (кількість урану-235 у процентному вираженні за масою від 2% до 4,5%) в якості палива.

Спочатку конструкція реакторів ВВЕР-PWR була розроблена для підводних човнів військового зразка. В порівнянні з рештою реакторів, даний тип має невеликі розміри і виробляє велику кількість енергії. Вода в першому контурі має вищу температуру і рівень тиску ніж в реакторах інших типів. Ці чинники можуть прискорювати корозію комплектуючих деталей.

Перші реактори ВВЕР дизайну 440-230 прийнято відносити до покоління номер один. Вони містяться серйозні проектні вади, внаслідок чого, країни, що входять в Євросоюз, а також країни-члени Великої Вісімки вважають, що такі енергоблоки не відповідають прийнятним стандартам безпеки.

Всі реактори даного типу, що функціонують в Центральній Європі, будуть виведені з експлуатації до 2010 року, проте в Росії такі реактори продовжують функціонувати. Енергоблоки типу ВВЕР першого покоління не обладнані додатковою системою захисту, яка має захистити активну зону реактора від зовнішньої дії і запобігти виходу радіації в результаті «позаштатної ситуації». Таким чином, існує велика вірогідність значних витоків радіації з реакторів. Також особливий неспокій викликають відсутність системи аварійного охолодження активної зони атомного реактора, що створює загрозу виникнення ланцюгових реакцій і теплового вибуху.

Окрім старих ВВЕР 440-230, що були згадані вище, і які належать до першого покоління реакторів, також в експлуатації є друге покоління ВВЕР, тип 440-213. Такі реактори, за твердженнями проєктантів, мають

більш ефективнішу аварійну систему охолодження активної зони реактора. Проте й у них є істотні недоліки, зокрема не вирішена проблема захисту активної зони від зовнішніх пошкоджень.

В Україні працюють 2 реактори 440-213 та 13 блоків ВВЕР-1000. Ці реактори мають істотні недоліки в порівнянні з аналогами, що експлуатуються в Західній Європі, які пов'язанні з стабільністю в управлінні і пожежною безпекою.

Третя модифікація ВВЕР, тип 1000-320, була істотно змінена, з значно вищою потужністю (до 1000 МВт). Не дивлячись на це, ВВЕР-1000 не стали настільки ж безпечними, як їх сучасні західні аналоги PWR<sup>7</sup>.

Крім цього в Україні експлуатуються 2 несерійні блоки ВВЕР-1000/302 (1-й блок ПУАЕС) та ВВЕР 1000/338 (2-й блок ПУАЕС), які є одними з перших побудованих ВВЕР-1000 і являються майже експериментальними прототипами, так званої, «малої серії».

Як вже було сказано, на сьогодні в Західній Європі триває процес виведення ВВЕРів з експлуатації. В Німеччині ВВЕР всіх поколінь були закриті, а будівництво нових зупинене. Також були закриті старі блоки ВВЕР на АЕС Козлодуй (Болгарія). Причинами для цього були як економічні недоліки, так і проблеми з погляду безпеки.

### **3.3 Проблеми при експлуатації реакторів ВВЕР**

Виходячи зі своєї проектної конструкції водо-водяні реактори в принципі не можуть бути достатньо безпечними, про що свідчить наведений нижче перелік причин аварійних ситуацій, які, як правило, відбуваються, або можливі з великою ймовірністю на реакторах, що охолоджуються водою під тиском:

- втрата герметичності тепловиділяючих елементів призводить до того, що продукти радіоактивного розпаду потрапляють до теплоносія, при цьому підвищується радіоактивність першого контуру;
- відбувається значний вплив іонізуючого випромінювання, внаслідок якого вода розкладається на кисень і водень. При певному співвідношенні ця суміш утворює гримучої газ і тому на АЕС, що охолоджуються водою завжди залишається небезпека виникнення хімічного вибуху (наприклад, такий інцидент стався на Калінінській АЕС у 1990 р. і призвів до руйнування внутрікорпусних пристроїв реактора);

---

<sup>7</sup> Anthony Frogatt, "Nuclear Reactor Hazards. Nuclear Issues Paper No. 2", December 2, 2005

- інтенсивне парогенерування в першому контурі і, як наслідок, парової вибух; енергії при цьому буде достатньо, щоб скинути кришку реактора або зруйнувати перший контур;
- тріщини в конструкційних матеріалах стінок корпусу реактора та трубопроводів, розвиток яких може призвести до аварії;
- не досить надійне запобігання осушення активної зони при розриві, будь-якого елемента першого контуру;
- проблема відмови систем система аварійного охолодження зони по причині неодноразових перенесень термінів реалізації заходів по заміні теплоізоляції обладнання і трубопроводів, розташованих у гермооб'ємі, і / або з встановлення захисту фільтрів на вході насосів аварійного охолодження активної зони для АЕС з ВВЕР<sup>8</sup>.

Крім проблем пов'язаних з конкретним типом реактора, ще є загальні проблеми, пов'язані із забезпеченням безпеки на АЕС, основними з яких є:

- проблема вироблення ресурсу обладнання систем, важливих для безпеки, відсутність затверджених методик з управління ресурсними характеристиками обладнання;
- зниження темпів модернізації об'єктів використання атомної енергії, збільшення кількості заходів з підвищення безпеки, терміни виконання яких переносяться з року в рік;
- недостатній прогрес робіт з обґрунтування можливості продовження терміну служби блоків АЕС першого покоління;<sup>2;9</sup>
- проблема поводження з радіоактивними відходами, повільні темпи впровадження сучасних технологій їх переробки;
- проблема поводження з відпрацьованим ядерним паливом, пов'язана зі зберіганням і низьких темпів вивозу його з АЕС;
- перевищення часу старіння системи управління і захисту (СУЗ);
- розриви мембрани запобіжного пристрою;
- відмови насосів аварійного і планового розхолодження;
- порушення водно-хімічного режиму;
- корпуси реакторів побудовані з врахування можливих терористичних атак ззовні, проте зовсім не враховані можливі вибухи в середині захисної оболонки;
- недостатня пожежна безпека<sup>10</sup>.

Описуючи стан безпеки діючих атомних станцій з ВВЕР, можна зазначити, що експлуатація їх здійснюється у відповідності з вимогами правил і норм

<sup>8</sup> Постанова Колегії Держатомрегулювання № 10 від 10 червня 2005 року «Про хід виконання Комплексної програми робіт щодо продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків АЕС понад проектний строк»

<sup>9</sup> Постанова колегії Держатомрегулювання № 7 від 24 квітня 2007 року 16 травня 2007 «Про стан виконання заходів стосовно продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроектний термін».

<sup>10</sup> Inside WANO, Vol15 No1, 2005 - magazine of The World Association of Nuclear Operators (WANO)

з безпеки, які були закладені на період їх створення і реалізовані у відповідних проектах, але на даний момент жодна зі станцій не відповідає сучасним вимогам безпеки в повній мірі.

## **4. Проблеми продовження роботи ядерних блоків у понадпроектний термін**

При експлуатації реакторів більше двадцяти років ризик аварії з радіоактивними викидами значно збільшується щороку. Якщо продовження терміну служби реакторів для енергетичних компаній є фінансовою перспективою, то із-за ризиків небезпеки для всього населення це рішення залишається неприйнятним для суспільства.<sup>11</sup>

Наслідком старіння атомних станцій є збільшення кількості порушень, таких як незначні витоки, тріщини або короткі замикання. Це видно на практиці тих проектів по продовженню експлуатації, які реалізовані в США, Європі та Росії. Збільшення кількості порушень відбувається через поступове зменшення міцності матеріалів реакторів із-за впливу іонізуючого випромінювання, механічних навантажень, корозії та інших чинників.

### **4.1 Технічні аспекти процесу роботи реакторів у понадпроектний термін**

В технічному плані процес продовження експлуатація ядерних реакторів зводиться до наступних кроків: аналіз стану компонентів енергетичної установки, планування робіт по заміні, або обробці компонентів реактора, проведення запланованих робіт.

#### **4.1.1 Аналіз стану енергоблоків**

Початок технічних робіт з продовження терміну служби реакторів у понадпроектного період полягає в аналізі та оцінці технічного стану по результатам експлуатаційного контролю, включаючи оцінку зміни властивостей матеріалів за час проектного терміну експлуатації з прогнозом про термін продовження, про оцінку міцності вузлів з урахуванням експлуатаційних факторів та 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% гарантію достовірності. Більш того, існуючі програми оцінки стану не завжди виконуються<sup>12</sup>. Це приводить до того, що реальний стан вузлів

---

<sup>11</sup> "Vieillessement des centrales nucléaires et sécurité.", Octobre 2006, Un dossier réalisé conjointement par les Amis de la Terre, le Bond Beter Leefmilieu, Greenpeace, Inter-Environnement Wallonie, Voor Moeder Aarde et le WWF.

<sup>12</sup> Постанова Колегії Держатомрегулювання № 4а від 24 червня 2004 року "Про стан робіт з обґрунтування безпечної експлуатації корпусів реакторів АЕС України".

реактора стає зрозумілим лише після його повної заміни. Дуже часто це відбувається після виходу елемента з ладу. Тобто реальний стан стає відомий лише після аварії, коли вже пізно проводити оцінки.

Заяви представників атомної енергетики щодо того, що оцінки, які робились під час проектування АЕС, на сьогодні є занадто «консервативними», тобто ядерні енергоблоки є у більш безпечному стані ніж передбачалось і можуть працювати більший термін, виглядають просто абсурдними. Ті ж самі представники атомної галузі постійно звітують про виконання робіт по підвищенню рівня безпеки АЕС, а також заявляють про наміри по новим заходам підвищення ядерної безпеки, конструкції яких мають недоліки. Навіщо вкладати кошти в те, що і так є «безпечнішим ніж планувалось», стає незрозумілим.

#### **4.1.2 Старіння ядерних реакторів**

Як і в будь-якій промисловій установці, матеріали, з яких складається атомна станція, старіють, і їх властивості погіршуються у міру експлуатації станції, внаслідок багатократних навантажень, яким вони піддаються. МАГАТЕ характеризує старіння таким чином: безперервна, залежна від часу втрата якості матеріалами, викликана режимом експлуатації.

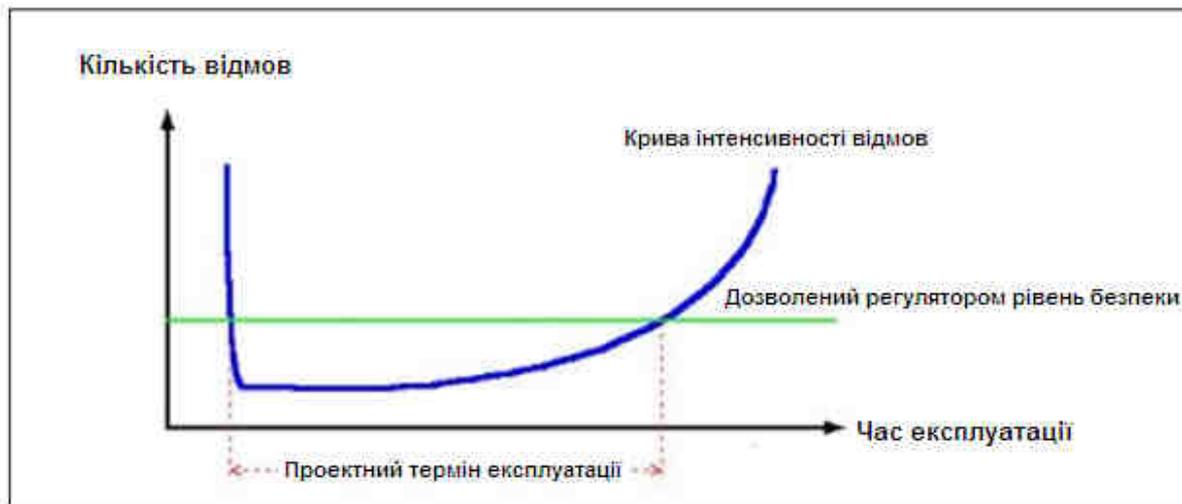
Зазвичай, найбільший відсоток порушень спостерігається відразу після пуску станції, коли конструктивні і дизайнерські помилки виявляються очевидними. У цей період основні зусилля направлені на те, щоб виправити причини порушень. Коли ефект старіння стає помітним, відсоток порушень збільшується по експоненціальному закону.

Перші ознаки процесів старіння виявити важко, оскільки вони зазвичай виникають на мікроскопічному рівні структури матеріалів. Часто вони стають очевидними тільки після пошкодження матеріалів.

Незалежно від типу реактора після двадцятирічного терміну експлуатації починають оцінювати небезпеку, яка викликана процесами старіння. Ризик такої небезпеки росте з кожним роком. Мова йде про тенденції, які простежуються у всій галузі, але виявляється по-різному.

У період, коли термін експлуатації досягає «середнього віку», кількість проблем - на мінімальному рівні. З часом, коли починається процес старіння деталей, відбувається поступове зростання кількості збоїв. На

малюнку, приведеному нижче, показана крива інтенсивності відмов (синій вектор – збої, зелений вектор – допустимий рівень безпеки)<sup>13</sup>:



Цей процес не завжди легко розпізнати і відслідкувати, і він є великим ризиком для АЕС. Для атомної станції з будь-яким типом реактора період зношування настає приблизно після 20 років експлуатації. Проте це лише теоретичні розрахунки – зношування може наступити і раніше.

Чим більше вік світових АЕС, тим більше з'являється спроб зменшити роль зношування. Дані спроби включають обмеження визначення зносу. У німецькому дослідженні, проведеному в кінці 90-х рр., пошкодження, пов'язані із зносом, названі «пошкодженнями, викликаними непередбаченими навантаженнями в період експлуатації»<sup>14</sup>. Таким чином виявляється, що лише невеликий відсоток збоїв на німецьких АЕС відбувається в результаті зносу.

Будь-яке продовження терміну служби реактора спричиняє за собою поглиблення наслідків старіння, що сприяють, у свою чергу, значному збільшенню кількості аварій.

#### 4.1.2.1 Старіння систем ядерних реакторів

Старіння - це безперервний процес. Починаючись на ранніх стадіях, воно може прискорюватися в ході експлуатації. Його головною причиною є деградація матеріалу під впливом різноманітних факторів. Зазвичай з продовженням терміну експлуатації реактора знос устаткування зростає, що призводить до збільшення загального ризику виникнення аварійної ситуації.

<sup>13</sup> Meyer, N., D. Rieck, and I. Tweer. Alterung in Kernkraftwerken. Greenpeace, Hamburg, 1996, (revised version 1998).

<sup>14</sup> Liemersdorf, H., and F. Michel. Sensitivity of German NPPs to Ageing Phenomena. GRS/IPSН-Fachgesprach (November 10) Berlin.

Найбільш важливими процесами, що впливають на старіння, є<sup>15</sup>:

- Випромінювання,
- Теплові навантаження,
- Механічні навантаження,
- Корозійні процеси,
- Поєднання і взаємодія вищезгаданих процесів.

Часто зміни механічних властивостей не можуть бути виявлені методом неруйнуючого контролю. Тому досить складно отримати достовірну оцінку реального стану матеріалів. У багатьох випадках методи неруйнуючого контролю дозволяють стежити за розповсюдженням тріщин, змінами поверхонь і стінок. Проте, унаслідок особливої конструкції і високих рівнів радіації, не всі компоненти можуть бути перевірені на 100 відсотків. Отже, необхідно спиратися на модельні розрахунки для виявлення навантажень і їх дії на матеріали.

Заходи щодо перевірки і контролю процесів старіння називають «управління старінням». Цей процес складається з програм тестування зразків тих або інших елементів, аналізу безпеки, превентивних заміन компонентів у разі тріщин або інших пошкоджень, виявлених під час перевірок.

Нові методи для перевірки функціонування АЕС були розроблені в кінці 90-х років, їх суттю була спроба спрогнозувати роботу окремих компонентів на основі обмеженої інформації. Цьому сприяло старіння АЕС всього світу і загальна тенденція до збільшення терміну експлуатації. З одного боку, метою нових підходів є зробити перевірки коротшими за часом і менш витратними, а з іншої – уникнути відмов устаткування і аварій<sup>16</sup>.

МАГАТЕ стверджує<sup>17</sup>, що дослідження кожного з механізмів деградації для всіх конструкцій і компонентів АЕС стосовно продовження терміну її експлуатації потребувало б дуже багато час і було б непрактичним. Замість цього доцільніше зосередити увагу на результатах старіння. Такий підхід МАГАТЕ, який не передбачає глибокий аналіз процесу старіння, підвищує небезпеку роботи АЕС, і має за мету лише здешевлення процесу подовження експлуатації.

---

<sup>15</sup> Meyer, N., D. Rieck, and I. Tweer. Alterung in Kernkraftwerken. Greenpeace, Hamburg, 1996, (revised version 1998).

<sup>16</sup> «Стан атомної енергетики у світі», Доповіді підготовленої консультантами Майклом Шнайдер (Париж) за участі Ентоні Фроггатта (Лондон). Переклад і оновлення станом на травень 2009 року - НЕЦУ.

<sup>17</sup> Software for computer based systems important to safety in nuclear power plants.- IAEA Safety standards series. Safety Guide № NS-G-1.1; Ed. International Atomic Energy Agency, Vienna, 2000

#### **4.1.2.2 Особливості старіння ряду вузлів ядерної енергетичної установки**

Старіння може виявлятися по-різному залежно від конкретного компоненту. В принципі, всі компоненти АЕС схильні до зміни властивостей матеріалів в результаті старіння, що спричиняє за собою зниження функціональних можливостей і підвищує ймовірність аварії. В ході технічного обслуговування і управління старінням оператори АЕС ліквідовують очікувані пошкодження шляхом ремонту і заміни компонентів. Проте, досвід показує, що час від часу виникають непередбачені пошкодження саме в результаті старіння.

Старіння складає особливо важку проблему для пасивних компонентів, тобто для компонентів, що не мають рухомих частин. Процес старіння складно виявити і, більш того, ніхто не знав, що для таких компонентів, як трубопроводи або графітові елементи буде потрібно проводити заміну - це не було передбачено.

Пошкодження активних компонентів (таких, як, наприклад, насоси) завжди проявляє себе у видимій формі, і компоненти, які можливо замінити, зазвичай міняють під час регулярного технічного обслуговування. Проте, не можна ігнорувати зношення активних компонентів як чинник ризиків, оскільки це може привести до несподіваної і повної відмови головних циркуляційних насосів і турбін. У електричному устаткуванні, наприклад, пошкодження може залишатися непоміченим до тих пір, поки не відбудеться аварія з колосальними наслідками.

У минулому були досить детально досліджені різноманітні аспекти старіння. Відомий цілий ряд механізмів, що піддаються цьому процесу. Проте вони вивчені не повністю. Наприклад, про феномен окрихчування металу в компонентах реактора відомо давно. Але він до цих пір адекватно не описаний і повністю не вивчений, що веде до збільшення ризиків відмови устаткування на АЕС. Іншою проблемою є не повністю вивчений процес утворення тріщин в сталевих трубах.

Поза сумнівом, брак повноцінних знань в ключових питаннях, пов'язаних з продовженням терміну експлуатації реакторів, збільшує ризики.

У Іспанії, де оператори АЕС прагнуть збільшити термін експлуатації реакторів з 40 до 60 років, було встановлено, що в програму «управління

старінням» для корпусу реактора необхідно внести серйозні зміни<sup>18</sup>. Виявилось, що зробити це на належному рівні проблематично, оскільки в рамках процедури потрібно проводити радіоактивне опромінювання компонентів реактора протягом декількох років. Очевидно, що таку інформацію слід було б мати в своєму розпорядженні до того, як реактор починає працювати, а не після декількох десятиліть експлуатації.

Процеси зносу в інших компонентах реактора часто залишаються практично непоміченими. Наприклад, ініційована Комісією з ядерного регулювання США робоча група виявила, що на АЕС із зношеною кабельною ізоляцією спалахи відбуваються частіше. Це може приводити до частішого спрацьовування захисту і підвищує вимоги в області протипожежних заходів<sup>19</sup>.

Одним з їх слабкіших місць українських реакторів є те, що теплоносій, циркулюючий в першому контурі, має високу температуру і знаходиться під високим тиском, що у поєднанні з радіоактивністю прискорює корозію і старіння деяких деталей.

На кришках бака реактора також можуть з'явитися тріщини. Ця кришка, розташована зверху бака реактора, містить труби, які дозволяють вводити стрижні, які управляють серцевиною реактора - активною зоною, для контролю ланцюгової реакції. З цією проблемою зіткнулися при експлуатації реакторів у Франції, Швеції і Швейцарії, США, де вже давно проходять процеси подовження експлуатації старих ядерних енергоблоків. Далі приведені деякі найбільш важливі проблеми, пов'язані із зносом легководних реакторів.

#### 4.1.2.2.1 Корпус реактора

Корпус реактора з погляду аналізу появи і розповсюдження дефекту можна розділити на дві зони: верхня зона, що включає фланцеву частину, ряд патрубків, опорних зажимів, і нижня зона, що включає гладку циліндричну частину корпусу і днище. Крім того необхідно виділити такий компонент як зварні шви, які містять в собі активні домішки, що під дією підвищених температур і радіоактивного випромінювання руйнуються значно швидше<sup>20</sup>.

<sup>18</sup> Ballesteros, A., et al. Beyond RPV Design Life. Strength of Materials 36, January/February 2004.

<sup>19</sup> «Стан атомної енергетики у світі», Доповіді підготовленої консультантами Майклом Шнайдер (Париж) за участі Ентоні Фрогатта (Лондон). Переклад і оновлення станом на травень 2009 року - НЕЦУ.

<sup>20</sup> Е. У. Гринік, В. М. Ревка, Л. І. Чирко, Ю. В. Чайковський, «Оцінка в'язкості руйнування корпусних матеріалів реактора ВВЕР-1000», Інститут ядерних досліджень, Київ

Верхня зона характеризується наявністю концентрації напруги із-за внутрішнього тиску, пов'язаного з геометричною неоднорідністю корпусу (різна товщина стінки і отвору для патрубків). Крім того, існують діапазони підвищеної напруги, пов'язані з впливом механічних сил, - ударної сили на фланцях і зусилля на кільцевій опорі. Для цієї зони також характерною є поява температурної напруги в перехідних режимах роботи реактора у зв'язку з зміною температури теплоносія. В більшості випадків нижня зона характеризується однорідним напруженим станом, проте в цій області інтенсивне нейтронне випромінювання руйнує метал корпусу реактора, внаслідок чого під час експлуатації має місце окрихчування металу.

#### 4.1.2.2.2 Трубопроводи

Десятки тон перегрітої води з трубопроводів ВВЕРа при розгерметизації миттєво перетворюються на пару, яка «здуває», як лист паперу, тисячотонну захисну плиту (якщо вона є) і передає багатотонним шматкам корпусу швидкість артилерійських снарядів. Одного відсотка внутрішньої енергії води вистачить, щоб 60 тон металу закинути на висоту 3000 метрів. Захисна оболонка витримує зовнішній удар 20-тонного літака, із швидкістю 56 м/с, але удар зсередини шматком масивного металу вагою в кілька тон на швидкості 50 м/с, не витримає. За декілька секунд вміст реактора опиниться за межами пошкодженої захисної оболонки. Реальна вірогідність такого раптового і без яких-небудь застерігаючих ознак крихкого великомасштабного руйнування реактора -  $10^{-4}$  реактор/рік. Якщо ж, зіставити цю величину з ризиком повсякденного життя для кожного з нас, то він порівнянний, з ризиком загинути в автомобільній катастрофі.

На всіх німецьких реакторах були виявлені тріщини в сталевих трубах, що виникли, головним чином, із-за корозії<sup>21</sup>. При цьому використана при виготовленні труб сталь має антикорозійні властивостями. Окрім механічних навантажень може збільшуватися вплив мало вивчених теплових навантажень, що перевищують показники, закладені при проектуванні<sup>22</sup>. Дуже складно вести спостереження за процесами потоншення стінок, втомую матеріалів і ін. По цих причинах старіння матеріалів швидше за все приведе до серйозних пошкоджень.

<sup>21</sup> Erve, M., et al. Geplante und realisierte Abhilfema.nahmen gegen interkristalline Spannungsri.korrosion zur Gewährleistung eines sicheren Anlagenbetriebes mit Rohrleitungen aus stabilisierten austenitischen Stählen von Siedewasserreaktoren. 20 MPA seminar 2

<sup>22</sup> Zaiss, W., G. König, and J. Bartonicek. Schadensmechanismen bei Rohrleitungen von Druckwasserreaktor-Anlagen. 20 MPA seminar vol. 2/33.

При оцінці можливого пошкодження труб широко застосовується принцип «протічка перед розривом». У відповідність з даним принципом, спочатку відбуваються витoki і лише через деякий час після цього – розрив труб (а не, наприклад, одночасно). Проте розриви (без попередніх витоків) вже відбувалися на АЕС: наприклад, в Сарі (США) в 1987 році і Ловіса (Фінляндія) в 1990 році<sup>23</sup>. У лютому 1992 року на АЕС Кардіа (Греція) відбувся розрив трубопроводу унаслідок окрихчування металу<sup>24</sup>. Отже, є побоювання, що при несприятливих обставинах прориви можуть відбуватися без попереднього протікання.

#### 4.1.2.2.3 Парогенератори

Корозійне і ерозійне руйнування, а також потоншення трубок парогенератора привело до серйозного зносу цього компоненту на АЕС у всьому світі. Останніми роками зростає кількість випадків заміни парогенераторів<sup>25</sup>. Поза сумнівом, дана проблема особливо актуальна для реакторів ВВЕР-1000. На багатьох реакторах парогенератори вимагають доволі частих замін із-за пошкоджень, таких як знос стінок труб, викликаних корозією і ерозією. Повна заміна парогенератора є серйозною операцією, яка вимагає зупинки реактора протягом продовженого періоду. У 2004 р., Electrabel був вимушений замінити два парогенератори на станції Doel 2. Загальний розмір капіталовкладень склав 82 мільйони євро. Electrabel також повідомив про майбутню заміну двох парогенераторів на Doel 1. В Україні такі заміни також проводяться і це коштує приблизно 35 млн. євро<sup>26</sup>. Найгірша ситуація з парогенераторами на ПУАЕС, де із-за нестачі води, із-за невідповідної якості води, із-за великого вмісту біоти в воді, парогенератори доводиться замінювати в двічі частіше ніж на інших АЕС.

#### 4.1.2.2.4 Бетонні конструкції

Захисна оболонка реактора, корпуси будівель, градирні – всі ці структурні компоненти є об'єктом навантажень, на них впливають погодні умови, вони випробовують хімічну дію, а також переймають на себе різні дози опромінювання.

Складно здійснювати спостереження за корозійними пошкодженнями в сталевій арматурі. В результаті, зниження міцності може залишитися непоміченим. Механізми руйнування бетону через корозійні процеси

---

<sup>23</sup> Ahlstrand, R., et al. Identifying life-limiting factors at the Loviisa power plant and management of the aging. Plant Life Extension (PLEX), Berlin.

<sup>24</sup> Jansky, J., T. Andrae, and K. Albrecht. Feedwater piping guillotine breaks at 340°C operation temperature. SMiRT vol. F (12) Stuttgart: 207–214.

<sup>25</sup> Meyer, N., D. Rieck, and I. Tweer. Alterung in Kernkraftwerken. Greenpeace, Hamburg, 1996, (revised version 1998).

<sup>26</sup> Інститут проблем національної безпеки,  
[http://www.nbu.gov.ua/infan/arxiv/arxiv5/arxiv5.7/C5-C\\_05\\_07-1.htm](http://www.nbu.gov.ua/infan/arxiv/arxiv5/arxiv5.7/C5-C_05_07-1.htm)

разом з інтенсивними дозами випромінювання, до цих пір більшою мірою залишаються недослідженими. Вони дуже умовно піддаються кількісній оцінці, їх важко підтвердити експериментальними даними<sup>27</sup>.

У США була складена інформаційна база даних для оцінки дії навколишнього середовища і чинників зносу на бетон. Різностороннє комплексне вивчення зносу французьких градирень привело до висновку, що сорокалітній термін експлуатації можливий лише при зниженні рівня безпеки<sup>28</sup>.

Аналіз сейсмостійкості проводиться на основі параметрів матеріалів, використаних при зведенні АЕС. Проте до цих пір дуже невелика увага була приділена питанню ослаблення конструкцій унаслідок зносу. Оцінка сейсмічних навантажень надзвичайно важлива, оскільки зношені конструкції і компоненти можуть бути найуразливіші при таких навантаженнях. З погляду сейсмічного аналізу, старіння може позначитися на динамічних властивостях, характеристиках конструкцій, стійкості, відхиленнях в сценарії аварії<sup>29;30;31</sup>.

#### 4.1.2.2.5 Електромережі

З часом погіршується міцність кабелів, яка головним чином залежить від окрихчування шарів ізоляції. Спочатку це не має значного впливу, навіть якщо почали формуватися тріщини. Проте кабель з тріщинами в ізоляції, знаходячись в сирих або хімічно-агресивних середовищах, може стати причиною аварії<sup>32</sup>.

#### 4.1.2.2.6 Електронне устаткування

На АЕС використовується багато електронного устаткування. Головними чинниками його старіння є температура і радіація. Додаткове погіршення властивостей може відбуватися в результаті вологості і хімічних дій. В результаті різноманіття різного устаткування і процесу старіння, який не дослідженого до кінця, складно зробити достовірний прогноз тривалості терміну експлуатації. З продовженням терміну експлуатації АЕС

---

<sup>27</sup> Naus, D. J., et al. Aging management of containment structures in nuclear power plants. Nucl. Engin. and Des. 166: 367–379.

<sup>28</sup> Bolvin, M., and D. Chauvel. A study of the life expectancy of cooling towers. SMiRT vol. D (12), Stuttgart: 467–472.

<sup>29</sup> Shao, L. C., et al. Seismic responses and resistance of age degraded structures and components. Nucl. Engin. and Design 181: 3–15.

<sup>30</sup> Кузнецова Т.В., Талабер Й. Глиноземистый цемент // Совм. изд. СССР-ВНР. . М.: Стройиздат, 1988. . 265с.

<sup>31</sup> Збірка наукових праць. Випуск 9, 2009 Миргород О.В., Швець С.В. Применение огнеупорных бетонов на основе барийсодержащего глиноземистого цемента при ликвидации взрывов на АЭС.

<sup>32</sup> Sliter, G. E. Overview of research on nuclear plant cable aging and life extension. SMiRT vol. D (12) Stuttgart: 199–204.

вірогідність безвідмовної роботи електронного устаткування може знизитися, а з нею - і загальний рівень безпеки.

#### 4.1.2.2.7 Зварні шви

По ряду технологічних причин в металі зварних з'єднань корпусів реакторів енергоблоків АЕС вміст нікелю перевищує 1,3 % (рівень, для якого були проведені ретельні дослідження розробниками)<sup>33</sup>. Наступні дослідження радіаційного окрихчування явно показали, що для матеріалів з підвищеним вмістом нікелю спостерігаються значні відмінності в дозовій залежності і виявилось, вони під дією іонізуючого випромінювання руйнуються значно швидше ніж було передбачено раніш. Технологія зварки при роботах на АЕС сьогодні не змінилась, тому ця проблема досі актуальна.

### 4.1.3 Загальні наслідки процесів старіння та заходи по їх подоланню

Наслідки старіння можуть виявитися двома способами. З одного боку, росте число подій і порушень – незначні витoki, тріщини, короткі замикання унаслідок пошкоджень кабелів і так далі. У Германії, наприклад, на десяти найбільш старих ядерних реакторах (з дев'ятнадцяти експлуатованих), за період 1993-2003, 64 % всіх порушень, є результатом старіння.

Чим більше вік світових АЕС, тим більше з'являється спроб зменшити роль зносу. Дані спроби включають обмеження визначення зносу. У німецькому дослідженні, проведеному в кінці 90-х рр., пошкодження, пов'язані із зносом, названі «пошкодженнями, викликаними непередбаченими навантаженнями в період експлуатації»<sup>34</sup>. Таким чином виявляється, що лише невеликий відсоток збоїв на німецьких АЕС відбувається в результаті старіння<sup>35</sup>. Такі твердження вводять в оману, насправді саме процеси старіння (зносу) компонентів АЕС є основними чинниками аварій. Зазвичай використовують чотири рівні профілактичних проти процесу старіння:

1. Заміна компонентів
2. Зниження навантажень
3. Посилені перевірки і поточний контроль АЕС
4. Зниження рівня безпеки

---

<sup>33</sup>И.Н.Вишнеvский, Э.У.Гриник, Л.И.Чирко, О.В.Дрогаев, В.Н.Ревка, Ж.Фокт(Universitv de Lille I, Франция),Р.Бертран(Electricite de France, Франция), К.Тролля(Electricite de France, Франция).

“Радиационное охрупчивание корпусных сталей Украинских АЭС”, Научный центр “Институт ядерных исследований” НАН Украины, г.Киев

<sup>34</sup> Liemersdorf, H., and F. Michel. Sensitivity of German NPPs to Ageing Phenomena. GRS/IPSN-Fachgesprach (November 10) Berlin.

<sup>35</sup> ЭНТОНИ ФРОГГАТТ, Ядерный реактор как источник опасности.

Тут не розглядається така міра як ремонт окремих компонентів. Ремонт включений в комплекс заходів, необхідних для регулярного функціонування АЕС, незалежно від продовження терміну служби. Одним із заслуговуючих уваги методів є відпал корпусу реактора, який практикується в станах Східної і Центральної Європи, як метод зменшення окрихчування. Проте цей метод є сумнівним через те, що довгостроковий ефект таких дій невивчений.

Останні публікації в цілому доводять достатність існуючих заходів проти зносу устаткування. Одночасно, ці твердження спростовуються заявами атомної індустрії про те, що необхідне термінове докладніше вивчення ефекту старіння, тобто вони самі визнають свою неповну компетентність у питаннях старіння АЕС і відповідно в оцінці стану енергоблоків і, тим більше, в самому процесі ПТЕ.

Наприклад, у французьких і німецьких публікаціях затверджується, що кількість інцидентів, пов'язаних із старінням устаткування, постійно росте, тобто потрібне глибше дослідження цього питання. З часом повинні з'явитися нові важливі дані з цієї проблеми. Отже, необхідне продовження поглиблених досліджень феномену старіння, особливо на його ранній стадії.

## **4.2 Процес заміни комплектуючих**

Більшість вузлів атомного реактора були розраховані на роботу саме на проектний термін роботи ядерної енергетичної установки, а то й менше. Для того, щоб продовжити термін експлуатації ядерного реактора, необхідно замінити всі вузли, які не мають ресурсу на подальшу роботу. Проте якщо замінити всі вузли, то сумнівним буде економічний ефект, тому компанії-оператори йдуть на компроміс й замінюють лише частину комплектуючих. Як будуть працювати разом вузли виготовлені 30 років тому і нові - достовірно невідомо. Тут необхідно також відмітити, що частина вузлів реакторної установки вже не є оригінальними – вони модернізувались в рамках робіт по підвищенню безпеки АЕС. Зроблені модернізації не були передбачені в початковому проекті станції, тому це може створити додаткові складності при виконанні запланованих заходів.

### **4.2.1 Якість комплектуючих і виконання робіт**

Для проведення робіт по ПТЕ енергоблоків необхідним є заміна ряду вузлів реакторної установки. Останні роки не вщухають скандали, пов'язані з поставки неякісних комплектуючих для АЕС і незадовільної

якості виконаних робіт<sup>36;37</sup>. Це викликає тривогу оскільки до небезпек, які створюються роботою застарілого обладнання у понадпроектний термін, додаються небезпеки викликані роботою неякісного обладнання.

#### **4.2.2 Проблеми стику нових і старих частин**

Останні роки в світі будується досить мало АЕС - більшість реакторів були побудовані десятки років тому, в зовсім інших умовах. Сьогодні неможливо розраховувати, що нові вузли, які замінять старі, будуть такими самими, які передбачені проектом конкретного ядерного реактора. Робота устаткування з іншими властивостями може негативно впливати на експлуатацію всієї системи. До цього всього додається проблема швидкого руйнування зварних швів – докладніше про це в розділі 4.1.2.2.9.

#### **4.2.3 Накопичення РАВ**

Будь яка заміна матеріалів та устаткування з АЕС спричиняє появу радіоактивних відходів різних степенів радіоактивності. При подовженні терміну експлуатації виконується значно більший об'єм робіт, ніж при звичайних заходах по підвищенню безпеки АЕС, або при виникненні проектних аварій. Більший об'єм робіт означає виникнення значно більшої кількості РАВ ніж протягом попередніх років. Жодних звітів з АЕС і від компаній-операторів про долю цих відходів невідомо.

Також виникає проблема з відпрацьованим ядерним паливом. В світі все більше застосовується практика зберігання ВЯП у національних сховищах, через відсутність альтернативних варіантів поводження з паливом (у США, Німеччині, Центральній і Східній Європі і ін.). Там, де збираються продовжувати терміни служби реакторів, необхідно збільшувати місткість пристанційних сховищ, чому приділяється дуже невелика увага. Це приведе до збільшення кількості радіоактивних матеріалів на кожному з об'єктів.

#### **4.3 Безпека проведення робіт**

Компанії-оператори АЕС не звітують про дозові навантаження під час проведення робіт по подовженню експлуатації ядерних реакторів. Скільки коштує подовження експлуатації не в фінансовому аспекті, а в здоров'ї працівників АЕС та підрядних організацій, які виконують роботи, на

---

<sup>36</sup> NOTHING TO REPORT NUCLEAR, 2009, Belgium, France, Alain de Halleux, Crescendo films, Iota Production.

<sup>37</sup> Проблеми ядерного ренесансу у Фінляндії, Метью Уолд (Matthew L. Wald), звіт з Вашингтону. <http://atom.org.ua/?p=651>

сьогодні не зрозуміло, і жодним чином не коментується ні міністерствами енергетики, ні контролюючими чи експлуатуючими організаціями.

#### **4.4 Проектна документація**

Досвід експлуатації атомних електростанцій ясно показує, що вони становлять значну небезпеку. Експлуатуючі організації намагаються переконати громадськість, що більше жодних аварій на АЕС не відбудеться і вони, нібито, постійно модернізуються для підвищення рівня безпеки. Під час таких модернізацій часто з'являються відхилення від початкового проекту. Проте для планування і проведення складних і довготривалих комплексних робіт, таких як подовження експлуатації АЕС, просто необхідно мати актуальну проектну документацію конкретну АЕС.

Як показує практика аналогічних проектів з Росії<sup>38</sup> наявність актуальної документації є однією з основних проблем. В наслідок змін внесених в конструкцію енергетичної установки і не відмічених на всіх рівнях проектної документації, виконавці робіт змушені не тільки відхилятися від планів проведення робіт, але й взагалі припиняти роботи, що створює затримки в проведенні робіт і фінансові перевитрати. Проте головним фактором невідповідності документації реальній діючій АЕС, може призвести до того, що внесені за застарілими планом нові елементи, або проста заміна комплектуючих, понизять рівень безпеки або навіть призведуть до аварії.

#### **4.5 Модернізація систем безпеки і управління**

При продовженні терміну експлуатації необхідно змінити існуючі системи управління, аварійного захисту і контролю, згідно до міжнародних вимог безпеки, як це було зроблено, наприклад, при подовженні роботи на АЕС в Росії та Фінляндії.

Модернізація системи управління розуміється впровадження комплексної системи управління аварійним розхолодженням, яка забезпечує управління системою безпеки в автоматичному режимі без втручання операторів протягом 10 хв. з моменту аварії, щоб виключити людський чинник. Така система призначена для управління системами безпеки – аварійного охолодження реактора, надійного технічного водопостачання, установкою запасу хімічно знесоленої води, системою подачі хімічно знесоленої води від автоматики водяного пожежогасіння. Для реалізації

---

<sup>38</sup> А.В. Корнев, ОАО "Головной институт "ВНИПИЭТ", "Опыт проведения комплексного инженерно-радиационного обследования объектов использования атомной энергии для обеспечения вывода их из эксплуатации", доклад на конференции "Вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Концептуальные аспекты и практический опыт «ВЫВОД-2009» Москва, 2 - 5 июня 2009.

принципів резервування об'єкти управління технологічних систем мають бути розбиті на три взаєморезервуємі групи, що живлять від різних каналів. Структура комплексної системи управління аварійним розхолодженням виключає можливість втрати управління двома або трьома групами систем безпеки одночасно. Впровадження даної системи безпеки АЕС, яка відповідає міжнародним стандартам, під час проведення робіт по ПТЕ на Українських АЕС не передбачено.

#### 4.6 Законодавчі аспекти процесу ПТЕ

Абсолютна більшість експлуатуючих організацій зацікавлена в продовженні експлуатації енергоблоків АЕС понад проектний термін з міркувань умовної економічної ефективності, зневажаючи при цьому безпекою для громадян і навколишнього середовища.

##### 4.6.1 Техніко-економічна оцінка доцільності ПТЕ

Техніко-економічна оцінка доцільності ПТЕ є одним з початкових етапів прийняття рішення про подовження експлуатації докладніше про це розглядається в розділах 4.2 і 4.8

Результати техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) і техніко-економічні показники інвестиційних проектів в атомній енергетиці є основними чинниками при ухваленні рішень про відкриття фінансування даних проектів.

Розглянемо досвід розробки проектів ПТЕ енергоблоків АЕС. Як об'єкт дослідження вибрані методичні підходи до ТЕО ПТЕ, прийняті в країнах з розвиненою атомною енергетикою, де велика увага приділяється проблемі ПТЕ енергоблоків АЕС, - Росія, Канада, США, Франція, Японія.

Результати порівняльного аналізу різних методичних підходів до ТЕО ПТЕ приведені в наступній таблиці:

	Росія	Канада	США	Франція	Японія
Проектний термін експлуатації	30 років	30 років	40 років	40 років	30 років
Термін продовження експлуатації	15-20 років залежно від покоління реакторної установки	10-20 років	До 20 років	10 років	30 років. (Спеціальних законів про ПТЕ немає, все вирішується на рівні експлуатуючих організацій)
Основні вимоги	Забезпечення	Забезпечення	Забезпечення	Забезпечення	Забезпечення

до ПТЕ	необхідного рівня безпеки; об'єм інвестицій, оцінка гранично допустимих витрат з погляду ефективності	необхідного рівня безпеки	необхідного рівня безпеки; основні вимоги - технічні і екологічні.	необхідного рівня безпеки; ТЕО на основі аналізу «витрати-прибутки».	необхідного рівня безпеки; відсутність економічних нормативів і вимог до ПТЕ
Особливості методичних підходів	Відсутність реальних альтернативних проектів (в т.ч. по будівництву заміщуючих потужностей)		Заявки на ПТЕ подаються за 15 років - 5 років на отримання дозволу, 10 років на створення альтернативного енергоджерела, якщо дозвіл не виданий.	Велика увага приділяється відносній (порівняльній) ефективності витрат	ТЕО ПТЕ проводить експлуатуюча організація, але єдиної методології ТЕО не існує.
Склад (структура) витрат	1. Інвестиційні витрати. 1.1. Витрати на оцінку і обґрунтування безпеки, витрати на ліцензування. 1.2. витрати на модернізацію в цілях підвищення безпеки. 1.3. Витрати на продовження ресурсу і заміну устаткування (включаючи заміну елементів, що виробили ресурс). 1.4. Витрати на звернення з ВЯП і РАВ. 2. Витрати на виробництво і реалізацію продукції.	1. Підвищення рівня безпеки. 1.1. Критичні компоненти і системи. (заміна технологічних каналів, заміна комп'ютерного контрольного устаткування, і так далі). 1.2. Модернізація допоміжних систем, пов'язаних з безпекою. 2. Витрати на ліцензування. 3. Витрати на організацію роботи з громадськістю. 4. Витрати на оцінку впливу проекту на навколишнє середовище. 5. Загальна оцінка ризиків. 6. Інші витрати (Банкет, авторський нагляд і так далі).	1. Підвищення рівня безпеки. 1.1. Критичні компоненти і системи. (заміна або модернізація парогенератора). 1.2. Витрати на оформлення необхідної документації. 2. Витрати на звернення з РАВ і ВЯП. 3. Модернізація допоміжних систем, пов'язаних з безпекою. 4. Витрати на ліцензування. 5. Витрати на оцінку впливу проекту на навколишнє середовище.	1. Підвищення рівня безпеки. 1.1. Критичні компоненти і системи. (заміна парогенератора, заміна труб контурів циркуляції і так далі). 1.2. Поточна модернізація систем і елементів. 2. Модернізація допоміжних систем, пов'язаних з безпекою (заміна конденсатора, заміна обмотки статора генератора).	1. Підвищення рівня безпеки. 1.1. Заміна або модернізація парогенератора. 1.2. Заміна або модернізація турбіни. 1.3. Заміна або модернізація інших систем, важливих для безпеки. 2. Витрати на оцінку ефективності ПТЕ. 3. Інші витрати.
Умови ліцензування	Ліцензія на весь додатковий термін експлуатації.	Ліцензія на обмежений термін (0,5-3 року).	Ліцензія на обмежений термін (40 років) плюс максимальний термін ПТЕ (20 років).	Ліцензія на необмежений термін з періодичною оцінкою безпеки (10 років).	Ліцензія на необмежений термін з періодичною оцінкою безпеки (10 років) і оцінкою стану «критичних» компонентів

					(кожні місяців). 13
Наглядові органи	Ростехнадзор	CNSC - Canadian Nuclear Safety Commission	NRC – Nuclear Regulatory Commission	DSIN - Direction de la Surete des Installations Nucleaires	METI - Ministry of Economy, Trade and trade
Охорона навколишнього середовища і відношення громадськості	Заходи щодо охорони навколишнього середовища і контролю радіаційної обстановки проводяться з метою виконання вимог нормативної документації	Організація з роботи з громадськістю, консультації і суспільні слухання. Оцінка впливу з проекту на навколишнє середовище проводиться з метою виконання вимог з доквілля охорони і звіту перед суспільством.	Оцінка впливу з проекту на навколишнє середовище проводиться з метою виконання вимог з доквілля охорони і звіту перед суспільством.		Оцінка впливу на навколишнє середовище проводиться у разі внесення змін до затвердженого проекту енергоблоку. Звіт перед суспільством про ПТЕ не обов'язковий, це вирішує експлуатуюча організація.
Дана АЕС, тип реактора, експлуатуюча організація	ЛАЕС-3,4 РБМК-1000, Концерн «Росенергоатом»	Gentilly 2 Candu Hydro-Quebec	Fort Calhoun, 6 Omaha Public Power District	Енергоблок з РУ типу PWR	Енергоблок з РУ типу PWR

З приведенного вище видно, що в більшості демократичних країн для подовження терміну експлуатації старих ядерних енергоблоків оператором готується Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС)<sup>39</sup>. Основними завданнями ОВНС є: визначення масштабів та рівнів впливу планованої діяльності на навколишнє середовище, заходів щодо запобігання або зменшення цих впливів, прийнятності проектних рішень з точки зору безпеки навколишнього середовища; прогноз змін навколишнього середовища відповідно до переліку впливів; визначення комплексу заходів щодо попередження або обмеження небезпечних впливів планованої діяльності на навколишнє середовище. Але головним є те, що громадськість може бути долучена до процесу обговорення процесу ПТЕ енергоблоків АЕС. В Україні для подовження експлуатації енергоблоків ОВНС не готувався і відповідно громадськість долучена не була.

Для продовження терміну експлуатації енергоблоків компанія-оператор має отримати ліцензію роботу у понадпроектний термін від регулюючого органу. Компанія-оператор має подати до регулюючого органу плани робіт по подовженню роботи блоків з графіком виконання робіт, а також плани по виводу АЕС з експлуатації. Якщо за якихось причин не будуть виконані

<sup>39</sup> [http://www.energoatom.kiev.ua/ru/media/nnegc.html?\\_m=pubs&\\_t=rec&id=22787](http://www.energoatom.kiev.ua/ru/media/nnegc.html?_m=pubs&_t=rec&id=22787)

плани по продовженню роботи енергоблоку АЕС, то ядерний реактор має бути зупинено і розпочато процес декомісії<sup>40</sup>.

#### 4.6.2 Вимоги МАГАТЕ

Відповідно до ст. III свого Статуту МАГАТЕ уповноважено встановлювати стандарти безпеки і забезпечувати застосування їх в ядерній діяльності для мирних цілей. Серія стандартів по безпеці охоплює ядерну безпеку, радіаційну безпеку, транспортну безпеку, безпеку при поводженні з відходами, а також загальну безпеку (тобто дві або більш за області).

Стандарти безпеки МАГАТЕ юридично не обов'язкові для держав-членів, але можуть бути по їх розсуду прийняті для використання в національних регулюючих документах. Стандарти обов'язкові лише для МАГАТЕ відносно його власних дій і для держав-членів відносно сумісних дій за участю МАГАТЕ.

Країни-члени МАГАТЕ вже розробляють нормативні документи<sup>41</sup> по продовженню терміну служби або на основі періодичного огляду безпеки АЕС, або в процесі безперервної модернізації станції і проведення моніторингу. Причому моніторинг зосереджений на проблемах старіння, а технічні аспекти управління старінням регулюються документом МАГАТЕ «Керівництво по безпеці» № 50-SG-012.

Продовження терміну експлуатації АЕС, у англійській термінології – lifetime (час експлуатації), це не особливий процес, що описується в сталих термінах, узгоджених країнами-членами МАГАТЕ, а просто частина процесу звичайного регулювання або моніторингу безпеки і спеціально не призначалася для підтвердження можливості довгострокової експлуатації станції.

І хоча терміни Plant life extension (PLEX) і Plant life management (PLIM) часто уживаються, вони залежать від специфіки законодавства кожної країни. В цілому підтримка, згідно умов МАГАТЕ<sup>42</sup>, умов безпеки при довгостроковій експлуатації повинна включати чотири основні елементи: ретельне управління і обслуговування; розроблену стратегію заміни устаткування; технічні модифікації критично важливих систем; згладжування виявлених ефектів старіння. Проблемність такого підходу полягає в підтримці балансу між згаданими чотирма елементами.

Ключовим елементом при ухваленні рішення про продовження терміну експлуатації АЕС є Завершальний звіт про проведення аналізу безпеки -

---

<sup>40</sup> Декомісія – від англ. Decommission – вивід з експлуатації, в атомній галузі застосовується для позначення процесу виводу з експлуатації ядерних об'єктів.

<sup>41</sup> Safety aspects in life extension of NPPS.- Working material, ed. IAEA, Vienna, Austria, 2002, 32 p.

<sup>42</sup> Safety aspects in life extension of NPPS.- Working material, ed. IAEA, Vienna, Austria, 2002, 32 p.

Final safety analysis review (FSAR). Він повинен відображати сучасну конфігурацію станції і поточний стан її безпеки. Уточнення, що відносяться до довгострокової експлуатації, як правило, стосуються всіх частин станції, схильних до старіння. Поточну документальну основу ліцензування, тобто технічні специфікації, FSAR і звіт про вплив на навколишнє середовище - Report of Environmental Impact Assessment (EIA), в ідеалі слід було б поповнювати свіжою інформацією безперервно протягом експлуатації і періодично представляти у вигляді звіту як частина нормального процесу регулювання.

#### **4.7 Наукове і технічне забезпечення процесу ПТЕ**

Представники атомної енергетики впевнені, що досвід, отриманий при експлуатації АЕС, дасть можливість їм обґрунтувати перегляд раніше встановлених термінів експлуатації ядерних енергоблоків і переконати громадськість у безпеці, а саме головне - в необхідності процесу ПТЕ для старих блоків АЕС. Ядерна промисловість зіштовхується з проблемами у промисловому середовищі, що радикально змінилися, протягом останніх 30 років<sup>43</sup>. Сьогодні сектору доводиться мати справу з утилізацією відходів і витратами на зняття з експлуатації, які набагато переважають оцінки минулого, він має конкурувати із значно модернізованим газово-вугільним сектором і з новими конкурентами у секторі нових і відновлювальних джерел енергії.<sup>44</sup> Зокрема йому доводиться стикатися з проблемами швидкої втрати компетенції кадрів і нестачі виробничої інфраструктури<sup>45</sup>.

##### **4.7.1 Людські ресурси і науковий потенціал**

Основні доповідачі на Щорічному засіданні Американського ядерного товариства, яке відбулося 2007 року, відзначили, що «відродження атомної енергетики далеко не певна річ».<sup>46</sup> Старший віце-президент «Електрично-світлової компанії Флориди» («Florida Power & Light Company») і головний атомний посадовець Арт Столл (Art Stall) сказав на відкритті пленарного засідання, що ейфорію, яка оточувала відродження атомної енергетики, було стримано реаліями проблем, які задіяні в будівництво нових АЕС. «Столл сказав, що однією із найбільших труднощів є пошук кваліфікованих людей, включаючи будівельників, технічних спеціалістів, інженерів і науковців для підтримки будівництва і експлуатації. Він

---

<sup>43</sup> Н.Е. Гултмана, Дж. Кумі, Д.М. Каммена «Чому нас може навчити історія щодо майбутніх витрат атомної енергетики США», «Environmental Science & Technology», 1 квітня 2007 року

<sup>44</sup> Аморі Б. Ловінс «Могутні миші», «Nuclear Engineering International», грудень 2005 року

<sup>45</sup> «Стан атомної енергетики у світі», Доповіді підготовленої консультантами Майклом Шнайдер (Париж) за участі Ентоні Фрогатта (Лондон). Переклад і оновлення станом на травень 2009 року - НЕЦУ.

<sup>46</sup> Тереза Гансен «Відродження атомної енергетики зіткнулося із значними труднощами», «Power Engineering», див.

[http://pepei.pennnet.com/Articles/Article\\_Display.cfm?ARTICLE\\_ID=297569&p=6&dcmp=NPNews](http://pepei.pennnet.com/Articles/Article_Display.cfm?ARTICLE_ID=297569&p=6&dcmp=NPNews)

відзначив, що 40% теперішніх працівників на АЕС протягом наступних п'яти років можуть піти на пенсію<sup>47</sup>».

У Франції ситуація нічим не ліпша. Близько 40% теперішнього персоналу національного комунального підприємства «EDF», що є залучений у експлуатацію і технічне обслуговування реакторів, підуть на пенсію до 2015 року.

У 1980 році у США працювало лише біля 65 університетських програм з ядерної техніки. Сьогодні їх лише 29. В оцінці будівельної інфраструктури АЕС, проведений в 2005 році від імені Міністерства енергетики США, зроблено висновок, що кваліфіковані котельники, трубопровідники, електрики, арматурники-металісти, дозиметристи, оператори і обслуговуючий персонал усі є «у дефіциті».<sup>48</sup>

У Великобританії ситуація аналогічна і прийом до університетів на механічний факультет, факультет цивільного будівництва та електротехніки, фізико-хімічний факультет знизився на чверть між 1994 і 2000 роками. І починаючи з 2002 року в Великобританії не було жодного курсу з ядерної техніки для студентів останніх курсів.

У Німеччині ситуація драматична. Кількість вищих навчальних закладів, у яких викладають предмети, пов'язані з атомної енергетикою, надалі скоротиться з 22 у 2000 році до 10 в 2005 році і становитиме п'ять у 2010 році.<sup>49</sup> У той час, як 46 студентів, які одержали свій диплом в 1993 році, таких взагалі не було в 1998 році.

Проблема людського ресурсу є актуальною і в атомній галузі Росії. Це питання постійно виноситься на обговорення в Міністерства атомної енергетики і промисловості Росії. За останні 20 років, були згорнуті всі перспективні роботи, в галузь мало приходило молодих людей<sup>50</sup>.

Навіть МАГАТЕ, підтверджує, що ситуація з залученням компетентних спеціалістів до процесу ПТЕ склалась критична, що середній вік персоналу АЕС і служб технічної підтримки помітно наближається до п'ятдесяти років. Для довгострокової експлуатації станцій необхідна

---

<sup>47</sup> Американський директор з підбору персоналу компанії «AREVA» називає показник у 27% протягом наступних трьох років (див.

[http://marketplace.publicradio.org/display/web/2007/04/26/a\\_missing\\_generation\\_of\\_nuclear\\_energy\\_workers/](http://marketplace.publicradio.org/display/web/2007/04/26/a_missing_generation_of_nuclear_energy_workers/))

<sup>48</sup> MPR, «Оцінка інфраструктури будівництва АЕС DOE NP2010», 21 жовтня 2005 року

<sup>49</sup> П. Фріц і Б. Кучера, «Kompetenzverbund Kerntechnik – Eine Zwischenbilanz über die Jahre 2000 bis 2004», «Atomwirtschaft», червень 2004 року

<sup>50</sup> Прес-центр атомної енергетики і промисловості Росії, <http://www.minatom.ru/>

розробка кадрової стратегії, щоб забезпечити кваліфікованими співробітниками нове покоління експлуатаційників<sup>51</sup>.

Якщо важко набрати достатньо персоналу для теперішніх програм, цікаво, звідки візьметься кваліфікована робоча сила для великомасштабного розповсюдження.

#### 4.7.2 Виробничі потужності

У 1980-их в США було приблизно 400 ядерних постачальників і 900 допусків до роботи з ядерною зброєю. Ці цифри зменшилися до менш ніж 80 постачальників і менше 200 допусків<sup>52</sup>. В оцінці інфраструктури будівництва АЕС Міністерства енергетики США, на яку було посилення вище, зроблено висновок, що основне обладнання (баки реактора високого тиску, парогенератори і сепаратори-пароперегрівачі) для короткострокового запровадження енергоблоків III-го покоління<sup>53</sup> не буде вироблено на американських заводах. Ця потенційна недостача є значним ризиком у графіку будівництва і може бути ризиком фінансування проекту<sup>54</sup>.

Наприклад, проекти будівництва АЕС, які виконуються за участі російської компанії „Атомстройекспорт” зазнають постійних затримок і фінансових перевитрат. В Болгарії при будівництві АЕС Белене її вартість зросла більш як на 1 мільярд доларів ще до початку фактичного будівництва. Туреччина взагалі відмовилась від співпраці з „Атомстройекспортом”, оскільки вартість кіловат-години від російської АЕС склала б 21,16 центів, що перевищує вартість від усіх інших джерел енергії. Також зазнає значних затримок будівництво, яке виконує російська компанія в Індії – такі затримки несуть значні фінансові збитки<sup>55</sup>. Крім цього всього, Росія має свої величезні плани по будівництву понад 30 ядерних реакторів у наступні 20 років, а також роботи по ПТЕ діючих реакторів, що, виходячи з виробничих потужностей Росії, завадить їй активно проводити роботи за кордоном.

---

<sup>51</sup> Safety aspects in life extension of NPPS.- Working material, ed. IAEA, Vienna, Austria 2002, 32 p.

<sup>52</sup> «Nucleonics Week», 15 лютого 2007 року; невідома частина цієї події обумовлена поглинаннями компаній.

<sup>53</sup> Покоління АЕС, що працює на даний час, вважається II-им поколінням. Європейський реактор із водою під тиском, що перебуває у стадії будівництва в Фінляндії, вважається реактором III-го покоління. Інші проекти, що розглядаються в США, включають реактор типу AP1000 компанії «Вестінгауз», Удосконалений киплячий ядерний реактор (ABWR), а також Економічний спрощений киплячий ядерний реактор (ESBWR) компанії «Дженерал Електрик».

<sup>54</sup> MPR, «Оцінка інфраструктури будівництва АЕС DOE NP2010», 21 жовтня 2005 року

<sup>55</sup> Прес реліз НЕЦУ від 4 березня 2009 року, <http://www.necu.org.ua/ua-zbish-zalezhn-ros/>

#### 4.8 Економіка процесу подовження роботи

Згідно світової практики основною початковою інформацією при проведенні оцінки економічної ефективності проекту ПТЕ енергоблоку АЕС, є:

- техніко-економічні показники енергоблока за останні три роки (загальна встановлена потужність, загальне число годинника використання встановленої потужності, річне вироблення електричної і теплової енергії, витрата електроенергії на власні потреби, недовиріботок продукції унаслідок простоїв енергоблока);
- результати маркетингового дослідження ринку електричної і теплової енергії регіону розміщення АЕС, що містить аналіз даних по попиту і пропозиції на ринку, аналіз можливих варіантів заміщення вибуваючої потужності і пропозиції по вибору найбільш ефективного з них, аналіз цін на електричну і теплову енергію;
- прогнозовані експлуатаційні витрати, породжувані ПТЕ;
- чисельність персоналу енергоблока з вказівкою середньої заробітної плати;
- залишкова вартість основних виробничих фондів енергоблока на момент виконання розрахунку, а також середній річний об'єм амортизаційних відрахувань;
- зведення про систему оподаткування, а також про відрахування до різних фондів і резерви;
- об'єм інвестиційних витрат на ПТЕ енергоблока, визначених відповідно до зведеного кошторисного розрахунку вартості, виконаного в базових цінах, по наступних групах:
- витрати на оцінку і обґрунтування безпеки, витрати на ліцензування;
- витрати на продовження ресурсу і заміну устаткування (включаючи заміну елементів, що виробили ресурс);
- витрати на модернізацію в цілях підвищення безпеки;
- додаткові витрати на звернення з ВЯП і РАВ;
- зведення про прогнозований рівень інфляції.

Оцінка економічної ефективності проекту ПТЕ має також включати оцінку суспільної, комерційної і бюджетної ефективності проекту ПТЕ. Розрахунки економічної ефективності проекту ПТЕ також мають на увазі порівняльну оцінку варіантів «з проектом», «без проекту» і «з альтернативним проектом». Варіант «без проекту» – варіант відмови від реалізації проекту ПТЕ енергоблоку АЕС. Під «альтернативним проектом» розуміється найбільш реальний проект заміщення потужностей, що

виводяться з експлуатації, відібраний за наслідками проведених маркетингових досліджень<sup>56</sup>.

#### **4.8.1 Вартість робіт**

Кошторисна оцінка основних заходів та орієнтовні додаткові витрати з продовження терміну експлуатації одного енергоблоку потужністю 1000 МВт складають близько 55 – 200 млн. доларів США<sup>57</sup>. Проте як показуються розрахунки виконаних проектів в Росії, офіційні розрахунки не витримують жодної критики<sup>58;59</sup>.

#### **4.8.2 Перевитрати**

Проте витрати, заплановані у кошторисі, на підготовку до процесу ПТЕ ядерних енергоблоків, а також на саму модернізацію, жодним чином не відповідають реальній вартості робіт. Проблеми в ядерній галузі, які докладніше описані у попередньому розділі 4.7 призводять до того, що проекти реалізуються з значними затримками і перевитратами<sup>60</sup>.

#### **4.8.3 Страхування старих блоків**

Згідно Віденську конвенції від 1963 року про цивільну відповідальність за ядерну шкоду, що вимагає від оператора ядерних установок страхувати ядерні ризики<sup>61</sup>. Кожна з країн, що підписали конвенцію і експлуатують АЕС, створюють ядерний пул – некомерційні організації, в які входять провідні національні страхові компанії. На даний момент всього в світі діє 30 ядерних страхових пулів.

Особливість світової пулінгової системи полягає в тому, що перестраховувати ризики можна тільки в країнах, де працюють АЕС або є національні ядерні страхові пули. Основною перевагою такої системи перестраховки є максимальна гарантованість виплат, оскільки кожен національний ризик дробиться до долей в декілька десятків мільйонів доларів, виплатити які у разі ядерного інциденту для будь-якого пулу не складе проблем.

---

<sup>56</sup> Особливості методики ТЕО проектів продовження термінів експлуатації енергоблоків АЕС, 17/07/2007, Атомна енергетика, Д.С. Мошкальов, аспірант Спбгпу, співробітник ФГУП "ГИ ВНИПЕТ"<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=1052>

<sup>57</sup> В.Фукс, Українське ядерне товариство <http://www.kievenergo.com.ua/print.php?artid=13&sid=9>

<sup>58</sup> БЕЛЛОНА, Продление срока эксплуатации атомных электростанций, 2006

<sup>59</sup> Рекламная кампания АЭС в США вызвала обвинения в обмане потребителей.

<sup>60</sup> Проблеми ядерного ренесансу у Фінляндії, Метью Уолд (Matthew L. Wald), звіт з Вашингтону. <http://atom.org.ua/?p=651>

<sup>61</sup> Nuclear Risk Insurers Limited, <http://www.nuclear-risk.com/home.asp>

Якщо в країні будуть експлуатуватись старі реактори з підвищеним небезпекою, то витрати на їх страхування, згідно страхової практики, зростуть, що ще більше погіршить фінансові показники процесу ПТЕ.

#### **4.8.4 Вартість РАВ і ВЯП при реалізації ПТЕ**

Але головною проблемою при ПТЕ залишаються ядерні відходи, які утворюються під час експлуатації АЕС включаючи й ВЯП. В країнах, де збираються подовжувати терміни служби реакторів, необхідно збільшувати місткість сховищ, чому приділяється дуже невелика увага. ПТЕ збільшиться кількість РАВ і ВЯП як мінімум в півтора рази. В абсолютних величинах це значить тисячі тон радіоактивних відходів. На сьогодні просто неможливо оцінити повну вартість зберігання РАВ і ВЯП, але ця сума на порядки більше ніж кошти, які заробила АЕС протягом всього терміну експлуатації. ПТЕ ядерних блоків лише значно збільшить вартість знешкодження небезпечних відходів, яку змушені будуть заплатити наступні покоління.

#### **4.9 Фізичний захист**

Останні десятиліття в світі постала проблема захисту від тероризму. Ядерні АЕС, як найбільш небезпечні техногенні об'єкти, являють собою дуже привабливі цілі для терористів. Підрив такого об'єкту, або викрадення з нього небезпечних матеріалів терористами становить величезну небезпеку для населення і навколишнього середовища будь-де. Чим довше працюють АЕС, тим більше ймовірність нападу. Терористи, від яких неможливо ізолюватися будь-якій державі, будь-якому об'єкту, завжди спрямовані на спричинення максимального збитку економіці, на смертельну поразку багатьох людей в будь-якій державі. Це - важливий аргумент. Всі мішені доступні для терористів. Крім того, напрацювання більшої кількості відходів, які можуть бути використані для отримання «брудної бомби», потребує додаткових витрат. Відповідно компанії-оператори АЕС мають підвищувати рівень безпеки і нести додаткові витрати на фізичний захист об'єктів.

## 5. Досвід подовження роботи ядерних енергоблоків

У світі 33 країни експлуатують ядерні реактори і лише 14 країни на сьогодні планують подовжувати роботу старих реакторів. Частина країн відмовилась від процесу подовження експлуатації, частина взагалі скорочує парк ядерної енергетики<sup>62,63</sup>:

1	Чеська Республіка	В даний час здійснюється розширена програма модернізації для продовження терміну експлуатації реакторів Dukovany до сорока років.
2	Фінляндія	На АЕС Olkiluoto вже були проведені роботи по продовженню до сорока років з можливим подальшим продовженням ще на 20 років. Ловііца
3	Франція	Існують проекти, які дозволять продовжити термін експлуатації всіх реакторів до 40 років.
4	Угорщина	Було оголошено про можливе продовження терміну служби АЕС Paks до 50 років.
5	Індія	Повідомляється, що на деяких АЕС були проведені роботи по продовженню терміну експлуатації.
6	Республіка Корея	Були розроблені пропозиції про продовження терміну експлуатації до 60 років.
7	Нідерланди	АЕС Borssele піддалася модернізації і зараз термін служби продовжений до 2013 року.
8	Пакистан	Реактор Капур функціонуватиме додатково 15 років.
9	Росія	РБМК піддаються модернізації, що дозволить їм функціонувати близько 15 років додатково. Подовжено роботу по 2 енергоблоки ВВЕР-440 на Кольській та Нововоронізькій АЕС
10	Іспанія	У 2006 році намічено закриття старого реактора Jose Cabrera - 37 років експлуатації.
11	Швеція	У деяких реакторів є ліцензії на безстрокову експлуатацію, у інших – десятирічні дозволи; не намічено певного терміну експлуатації.
12	Україна	Є плани по подовженню на 15 років роботі 13 ядерних реакторів до 2030 долі
13	Великобританія	В даний час у всіх реакторів Magnox є фіксований термін експлуатації, аж до 50 років. На реакторах AGR (друге покоління) проведені роботи по продовженню терміну служби (на п'ять років).
14	США	У 2009 році у трьох реакторів закінчаться перші сорокалітні ліцензії. Із згаданих 100 реакторів, у 23 термін ліцензій закінчиться до 2015 року. Реактори, що отримали двадцятирічне продовження терміну служби: 31 шт. Загалом, станом на 1 серпня 2009 року в США 54 блоки отримали ліцензії на подовження експлуатації <sup>64</sup>

Розглянемо приклади показових порушень, пов'язаних із старінням, які відбулися на станціях, де встановлені реактори типу ВВЕР, а також їх аналоги. Всі нижче розглянуті порушення привели до остаточного закриття реактору або до зупинки на тривалий період.

<sup>62</sup> ЭНТОНИ ФРОГГАТТ, Ядерный реактор как источник опасности.

<sup>63</sup> Power Reactor Information System (PRIS), International Atomic Energy Agency, <http://www.iaea.or.at/programmes/a2/>

<sup>64</sup> «PSEG Nuclear» направила заявки на продление эксплуатации АЭС «Салем» и АЭС «Хоуп-Крик» <http://www.radioecology.ru/node/5647>

Реактор Yankee Rowe (США) був остаточно закритий в 1992 р., після 31 року функціонування. Yankee Rowe це перший північноамериканський реактор, для якого був введений запит на продовження терміну служби (з 40 до 60 років). Парадоксально, але саме в процесі переоформлення документів на продовження терміну служби при огляді було виявлено, що зварювальний шов кришки реактора вже досяг критичного стану окрихчування.

Проїшли більш ніж два роки, з 2002 до 2004 р., перш ніж реактор Davis Besse (США) було вирішено зупинити унаслідок несподіваного відкриття. Під час огляду обшивальної частини бака, були виявлені тріщини 15 см завглибшки і 17 см шириною. Тільки 3 мм зовнішньої оболонки бака з неіржавіючої сталі підтримували робочий стан реактора. На думку компанії FirstEnergy, що експлуатує реактор, осьова тріщина розвинулася в адаптері з 1990 р. FirstEnergy оцінило швидкість розширення тріщини – приблизно в 50 мм/рік. При візуальному огляді в 1998 р. і в 2000 р., пошкоджень кришки виявлено не було. Розрив останнього захисту, оболонки з неіржавіючої сталі привів би до катастрофи, викликаного втратою води в реакторі, викидом частини управляючих стрижнів, або прихід їх в непридатний стан. Загальні витрати, пов'язані із зупинкою станції, зокрема витрати, пов'язані з переміщенням виробництва електроенергії, оцінені приблизно в 600 мільйонів доларів. Не дивлячись на ці порушення і той факт, що було потрібно дванадцять років для їх виявлення, Урядова ревізійна комісія США (NRC) вирішила продовжити роботу станції Davis Besse до 2017.

Тріщини того ж типу виявлені і в інших американських реакторах, а також в Швейцарії, Швеції і Франції. Французькі енергоблоки (в основному реактори з водою під тиском такі ж, що і в Бельгії, і на станції Davis Besse (США)) також випробували на собі ефект старіння (90-і роки). У 1991, EDF публічно заявив про виявлення першої тріщини на кришці бака реактора Bugey. У травні 1996, EDF зареєстрував розтріскування кришки реактора № 2 на станції Fessenheim. З 1991 по 1996 рр., тріщини були виявлені на 41 переході з 2800 оглянутих.

Станція Stade в Німеччині остаточно була зупинена в листопаді 2003 р. після менш ніж 32 років функціонування. Як в Yankee Rowe, зварювальні шви бака реактора були схильні до окрихчування унаслідок високого процентного вмісту домішок міді. Але TÜV, німецька організація технічної підтримки заявила, що існував достатній запас міцності для роботи станції протягом 40 років. Мова йде про єдиній німецькій станції на сьогоднішній день, яка була зупинена за рішенням уряду і це всупереч факту, що заплановане німецьким законом про атомну енергію 2001 р. запланована кількість електроенергії від цієї станції не була отримана. Експлуатуюча

організація стверджує, що станція закрила свої двері по чисто економічних причинах. На її думку, потужність станції була дуже маленька. Проте, станція Obrigheim - старіша й вдвоє меншої потужності за Stade - все ще функціонує. Таким чином, можна припустити, що Stade була закрита саме по причинах, пов'язаних із старінням.

Також з причини старіння були закриті (або зупинені на тривалий термін) станції, на яких встановлені реактори інших типів. Киплячий реактор на станції Wurgassen в Германії, наприклад, був остаточно зупинений в травні 1995, після менш ніж 24 років функціонування унаслідок серйозних тріщин в оболонці серця реактора. Ремонт і модернізація у той час коштували б близько 350-400 мільйонів німецьких марок (приблизно 175-200 мільйонів євро) і експлуатуючої організації PreussenElektra вирішила закрити станцію.

Вищезазначені приклади доводять ясно існування значних проблем, пов'язаних із старінням "західних" ядерних реакторів. Виходячи з цього можна констатувати, що такі ж серйозні проблеми старіння випробовували і реактори східних країн. Із-за інших типів реакторів ця ситуація виявилася ще складнішою.

## 5.1 Досвід подовження роботи блоків ВВЕР

На сьогодні в світі подовжено роботу невеликої кількості блоків ВВЕР (Росія, Фінляндія). З усіх випадків ПТЕ лише 8 стосувались блоків конструкції ВВЕР-440:

- 2 блоки ВВЕР-440-В-213 на АЕС Ловііса, Фінляндія;
- 2 блоки ВВЕР-440-В-189 на Нововороніжській АЕС, Росія;
- 2 блоки ВВЕР-440-В-230 на Кольській АЕС, Росія.

Серед цих шести блоків лише останні два блоки на фінській АЕС відповідають українським реакторам Рівненської АЕС, на яких процес подовження експлуатації буде відбуватись в першу чергу (дата закінчення проектного терміну експлуатації 1-го блоку РАЕС – 2010 рік, 2-го блоку – 2011 рік).

Але перший і другий блоки РАЕС не відповідають точно конструкції, оскільки в них не раз вносили зміни до початкової конструкції ВВЕР-440-В-213 на вимогу країни Асоціації Донорів для підвищення безпеки АЕС.

Більш того, всі роботи по подовженню терміну експлуатації блоків ВВЕР різних типів виконували переважно російськими спеціалістами, за участі фінських спеціалістів на АЕС Ловііса. До робіт на РАЕС, звичайно частково залучені й російські експерти, але ті, що займались блоками трохи іншої конструкції, а саме ВВЕР-440-В-230 на Кольській АЕС .

З наведених вище фактів стає зрозуміло, що компанія НАЕК «Енергоатом» буде подовжувати роботу ядерних енергоблоків не маючи на це відповідного досвіду. Так само й іноземні спеціалісти, які будуть їм допомагати, не мають досвіду роботи саме з українськими реакторами.

Історія ядерної індустрії показує, що навіть досвід роботи в десятки років, не дає змоги гарантувати безпечного виконання робіт в цій складній галузі. Фактично роботи по подовженню експлуатації старих енергоблоків є експериментом, а експерименти в ядерній енергетиці становлять значну небезпеку для людей і навколишнього середовища.

Також варто додати, що майже аналогічні блоки ВВЕР-440 на АЕС Норд (Німеччина), були закриті одразу після об'єднання Західної і Східної Німеччини були закриті. Також на вимогу членів Європейського Союзу було припинено експлуатацію енергоблоків ВВЕР-440 на АЕС Козлодуй в Болгарії при вступі цієї країни до ЄС.

## **6. Особливості організації подовження експлуатації АЕС в Україні**

Атомна галузь України щороку все більше завдає шкоди народному господарству країни, накопичуючи величезні об'єми радіоактивний відходів, а також ставить під загрозу національну безпеку, оскільки ставить у залежність нас від іноземних постачальників технологій і ядерного палива. Але головне, що АЕС та інфраструктура, яка їх обслуговує, становлять постійну небезпеку для населення і навколишнього середовища.

Необхідні висновки з аварії на Чорнобильській АЕС не були зроблені керівництвом країни. Не подолавши наслідки катастрофи на ЧАЕС українські чиновники створюють нові ядерні загрози. Україна витрачає величезні фінансові ресурси і час на нереальні, з економічної і політичної точок зору, плани по будівництву нових ядерних потужностей і нової ядерної інфраструктури<sup>65</sup>, не приділяючи уваги заходам по енергозбереженню і розвитку сучасних джерел енергії.

Такі об'єкти, як будівництво заводу по виготовленню ядерного палива, будівництво централізованого сховища ядерного палива, будівництво нових ядерних потужностей, потребують затвердження у Парламенті України, а також політичної згоди сусідніх країн, тому є дуже важкими для реалізації. Проте процес подовження експлуатації старих АЕС, відповідно до українського законодавства, не потребує надмірних організаційних зусиль (докладніше у розділах 4.6.1 й 6.7).

### **6.1 Вплив громадськості на продовження роботи ядерних реакторів**

Як показують об'єктивні дослідження<sup>66</sup> більша частина населення України негативно сприймає наміри уряду щодо продовження термінів експлуатації вже існуючих енергоблоків. Недоцільність подібних дій обґрунтовувалась переважно недовірою до якості проведення відповідних заходів та потенційну небезпеку для населення, спричинену підвищенням ризику позаштатних ситуацій та аварій у зв'язку із технічною й моральною зношеністю обладнання. Нажаль, згідно сучасного законодавства, думка населення України в даному питанні жодним чином не враховується (докладніше у розділі 6.7).

---

<sup>65</sup> Енергетична стратегія України до 2030 року.

<sup>66</sup> Аналітичний звіт за результатами дослідження «Основні проблеми ядерної та радіаційної безпеки, поінформованість та інформаційні потреби мешканців різних регіонів України» виконаний Аналітичним центром «Соціоконсалтинг» на замовлення ДКЯР у 2009 році.

Проте, на відміну від, наприклад, Росії, українській громадськості вдалося добитись більшої прозорості в процесах, пов'язаних з подовженням терміну роботи старих реакторів. Докладніше про результати роботи написано у розділі 7.

## 6.2 Виконання програми подовження експлуатації Українських АЕС

Згідно стратегії розвитку енергетичного сектору до 2030 року в Україні буде подовжено роботу 13 з 15 діючих ядерних енергоблоків<sup>67</sup>. Незважаючи на те, що офіційна енергетична стратегія постійно критикується, не відповідає Європейським нормам<sup>68</sup>, і має ряд більш реалістичних альтернатив<sup>69</sup>, Кабінетом міністрів України 29 квітня 2004 року було прийнято документ «Комплексна програма робіт щодо подовження терміну експлуатації діючих енергоблоків атомних електростанцій».

Основними аргументами, які користуються урядовці для виправдання цього кроку є те, що ПТЕ ядерного енергоблоку дасть можливість й надалі отримувати дешеву атомну електроенергію у потрібних об'ємах та дасть можливість накопичити кошти на закриття блоку, коли вичерпається його ресурс.

За інформацією Державного комітету ядерного регулювання України з самого початку прийняття програми<sup>70:71</sup> виконання її йшло вкрай незадовільно. Наразі, коли до кінця терміну експлуатації 1-го енергоблоку Рівненської АЕС<sup>72</sup>, який є першим у черзі на ПТЕ, залишився лише рік, ситуація в цілому не змінилась<sup>73</sup>.

Для продовження терміну експлуатації енергоблоків мають бути виконано ряд складних робіт, таких як: розробка нормативної документації, проведення оцінки технічного стану елементів, включених в «Перелік

---

<sup>67</sup> Енергетична стратегія України до 2030 року.

<sup>68</sup> Хмара Д.О. «Порівняльний аналіз екологічної складової в енергетичних стратегіях України і Європейського Союзу». Збірник матеріалів громадських слухань спільно з комітетом Верховної Ради України з питань ПЕК 15 травня 2008 року, Київ, 2008

<sup>69</sup> Всеукраїнська екологічна громадська організація «МАМА-86», Національний екологічний центр України, Молодіжна екологічна громадська організація «Екоклуб»-Рівне, Дніпродзержинська громадська екологічна організація «Голос Природи», Еколого-культурний центр «Бахмат»-Артемівськ, Концепція «неатомного» шляху розвитку енергетики України, Київ, 2006, <http://www.necu.org.ua/koncersiya-neatomnogo-shlyahu-rozvitku-energetiky/>

<sup>70</sup> Постанова Колегії Держатомрегулювання № 10 від 10 червня 2005 року «Про хід виконання Комплексної програми робіт щодо продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків АЕС понад проектний строк»

<sup>71</sup> Постанова колегії Держатомрегулювання № 7 від 24 квітня 2007 року 16 травня 2007 «Про стан виконання заходів стосовно продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроектний термін».

<sup>72</sup> Станом на листопад 2009 року.

<sup>73</sup> Відповідь ДКЯР на запит НЕЦУ до від 20.08.2009 щодо процесу подовження експлуатації АЕС України у понад проектний термін, <http://www.necu.org.ua/lyst090917/>

управління старінням», в тому числі корпус реактора, включаючи верхній блок (розробка програм, проведення обстеження, визначення термінів продовження експлуатації), переоцінка безпеки, модернізація систем управління і заміна обладнання енергоблоків, що відпрацювало ресурс.

Виходячи з повного переліку розділу 2 даного документу, в загальному об'ємі робіт по подовженню експлуатації, нетехнічні питання займають значну частину всього процесу. Найголовнішим у даному переліку є отримання компанією-оператором ліцензії на подовження експлуатації від регулюючого органу – Державного комітету ядерного регулювання України (ДКЯР).

### **6.3 Технічні можливості України щодо ПТЕ ядерних установок**

Незважаючи на всі технічні складності (докладніше у розділах 2.1 та 4.1), які має перед собою НАЕК «Енергоатом», ліцензію на подовжений термін експлуатації блоку №1 РАЕС буде отримано.

#### **6.3.1 Аналіз стану енергоблоків**

Реально, в атомній енергетиці України не використовують прискорені випробування і не проводять роботи в стендових умовах, всі роботи на АЕС ведуться шляхом аналізу процесу зміни параметрів<sup>74</sup>. Фактично це не глибокий аналіз, який використовують у світі, а збір статичних даних. Раніше в Україні була база даних по тренд показників надійності із-за старіння. Нажаль на сьогодні такої бази даних немає<sup>5</sup>.

Як вже розглядалось у розділі 4.1.1, сучасна методика визначення стану елементів реактора не може дати 100% гарантію достовірності й навіть їх не спішать виконувати в Україні<sup>75</sup>. Тому про реальний стан старих реакторів стане відомо лише після аварії, коли вже пізно робити оцінки.

#### **6.3.2 Процес заміни комплектуючих**

Вузли українських атомних реакторів розроблювались і виготовлялись за часів СРСР, тобто в інших політичних і економічних умовах. За умов сьогодення атомній галузі необхідно конкурувати з іншими енергетичними галузями. В таких умов НАЕК «Енергоатом» намагається зекономити на витратах в тому числі на комплектуючих<sup>76</sup>, що призводить до надзвичайно

---

<sup>74</sup> Ястребенський М. Я., «Управление старением критических систем», Государственный НТЦ по ядерной и радиационной безопасности, Украина.

<sup>75</sup> Постанова Колегії Держатомрегулювання № 4а від 24 червня 2004 року "Про стан робіт з обґрунтування безпечної експлуатації корпусів реакторів АЕС України".

<sup>76</sup> [http://www.atom.gov.ua/ua/news/nngc?\\_m=pubs&\\_t=rec&\\_c=view&id=18567](http://www.atom.gov.ua/ua/news/nngc?_m=pubs&_t=rec&_c=view&id=18567)

небезпечних аварій<sup>77</sup>. Виходячи з вище приведеного слід очікувати, що нові деталі не будуть відповідати якості необхідному рівню якості, - це призведе до зниження рівня безпеки АЕС. До цього додається одночасна експлуатація старого і нового обладнання, та швидкого руйнування з'єднувальних швів на українських АЕС. Ці питання більш докладно розглянуті розділах: 4.1 та 4.2.

### 6.3.3 Проектна документація

Останні роки на вимогу Європейських держав Україна проводили заходи по підвищенню безпеки АЕС. Під час таких модернізацій з'являються відхилення від початкового проекту. Для планування і проведення комплексних робіт просто необхідно мати актуальну документацію на діючу АЕС. У розділі 4.4 вже вказувалось, що як видно з практики аналогічних проектів з Росії<sup>78</sup> наявність документації є однією з основних проблем. Відхилення проектною документації від реальних конструкцій призводить до необхідності змінювати попередньо заплановані заходи, які планувались по застарілих документах, що призводить до додаткових витрат.

### 6.3.4 Технічні проблеми вузлів ядерної енергетичної установки

Корпуси українських реакторів, як показують дослідження<sup>79</sup>, під дією підвищених температур і радіоактивного випромінювання руйнуються значно швидше, ніж було заплановано проектом. Підвищену небезпеку становлять такі елементи як верхня кришка<sup>80</sup>, матеріали активної зони, зварні шви, кришка корпусу: утворення тріщин і їх розповсюдження унаслідок корозії.

Крім того, із-за проблем з нестачею водних ресурсів для роботи український АЕС (докладніше у розділі 6.5.1), постійно виникають проблеми з трубопроводами, парогенераторами. Зі всіх ВВЕРів в світі із-за корозії лише на Південноукраїнській АЕС і Балаклавській АЕС (Росія)<sup>81</sup>.

---

<sup>77</sup> <http://atom.org.ua/?p=774>

<sup>78</sup> А.В. Корнев, ОАО "Головной институт "ВНИПИЭТ", "Опыт проведения комплексного инженерно-радиационного обследования объектов использования атомной энергии для обеспечения вывода их из эксплуатации", доклад на конференции "Вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Концептуальные аспекты и практический опыт" "ВЫВОД-2009" Москва, 2 - 5 июня 2009.

<sup>79</sup> Е. У. Гринік, В. М. Ревка, Л. І. Чирко, Ю. В. Чайковський, «Оцінка в'язкості руйнування корпусних матеріалів реактора ВВЕР-1000», Інститут ядерних досліджень, Київ.

<sup>80</sup> М.А. Ляхов, Определение перспективных направлений в совершенствовании корпуса ядерного реактора, Збірник наукових праць Севастопольського національного університету ядерної енергії та промисловості.

<sup>81</sup> Работоспособность теплообменных труб и управление ресурсом парогенераторов АЭС с ВВЭР С.Е. Давиденко, Н.Б. Трунов, В.А. Григорьев, С.И. Брыков, В.С. Попадчук, ФГУП ОКБ «ГИДРОПРЕСС», г. Подольск.

Фактично на Південноукраїнській ситуація з безпекою першого і другого контуру ядерної установки є чи не найгіршою в світі.

### **6.3.5 Модернізація систем управління**

Український оператор АЕС при продовженні терміну експлуатації не планує замінювати існуючі системи управління, аварійного захисту і контролю, згідно до міжнародних вимог безпеки, як це було зроблено, наприклад, при подовженні роботи на АЕС в Росії та Фінляндії. Про цей процес докладніше написано в розділі 4.5. Тобто системи управління українських АЕС зовсім не будуть враховувати той факт, що реактори будуть експлуатуватись у непередбачені проектом терміни.

### **6.4 Безпека проведення робіт**

НАЕК «Енергоатом» не звітує про дозові навантаження під час проведення робіт по подовженню експлуатації ядерних реакторів. Скільки коштуватиме Україні це подовження експлуатації не в фінансовому аспекті, а в здоров'ї працівників АЕС та підрядних організацій, які виконують роботи, на сьогодні не зрозуміло і жодним чином не коментується ні Державним комітетом ядерного регулювання України, ні Міністерство палива та енергетики України, ні НАЕК «Енергоатом».

### **6.5 Наявність природних ресурсів для роботи енергоблоків АЕС у понад проектний термін**

Для роботи атомних електростанцій необхідні значні природні ресурси. Оскільки при експлуатації АЕС виникає підвищена небезпека, то відповідно всі природні ресурси, які задіяні в процесі її роботи, можна вважати виведеними з народного господарства.

#### **6.5.1 Проблеми забезпечення водними ресурсами атомних електростанцій**

Всі діючі АЕС України відчувають гостру проблему з водопостачанням. Фактично приблизно 5% всіх прісних водних ресурсів пропускають через АЕС. Україна відноситься до країн, які «бідні» на водні ресурси і таке марнотратство є просто неприпустимим.

В часи будівництва українських ядерних енергогенеруючих потужностей не приймалися до уваги права населення, яке проживає навколо АЕС, а також не приділялась належна увага безпечній експлуатації АЕС, оскільки перед ядерною промисловістю стояли передусім військові цілі.

Останніми роками на території України відчуваються зміни світового клімату. Щороку зменшенні кількості водних на території країни й в літній період вода нагрівається до такої температури, що вже немає можливості охолоджувати реактори. В такій ситуації значно підвищуються ризики аварії на АЕС.

#### **6.5.1.1 Проблема використання води на АЕС**

АЕС належать до найбільших споживачів водних ресурсів, які чомусь були розташовані, згідно з планами вибору майданчиків ще керівництвом СРСР, в основному, у найменш забезпечених водними ресурсами областях України: Рівненській, Хмельницькій, Миколаївській. Запорізька АЕС для охолодження взагалі використовує води Каховського водосховища, що ставить під загрозу життя більше 20 млн. українців з південних регіонів України. Така ситуація завжди породжувала низку гострих проблем, як для самої енергетики, для водогосподарського комплексу, а також для місцевого населення. Однак, Енергетичну стратегію було розроблено на 20 років пізніше, ніж будували АЕС, в часи вже незалежної України. Тому дивує, що її розробники «забули», про дефіцит водних ресурсів, і про те, що вода потрібна, не лише для потреб енергетики.

Найбільш критична склалась ситуація на Південному Бузі в Миколаївській області, де, за інформацією Міністерства охорони навколишнього середовища України, внаслідок підтримання санітарного рівня в Олександрівському водосховищі посушливого літа 2006 року відбулося зневоднення русла річки на багато кілометрів нижче греблі. І це при тому, що на Південноукраїнській АЕС працює лише 3 енергоблоки АЕС (при запланованих 6-ти) та побудовано пусковий комплекс Ташлицької гідроаккумуляуючої електростанції (ГАЕС). Причому влітку один з енергоблоків обов'язково відключений саме через проблеми з водопостачанням. У Доманівському районі області внаслідок добудови Ташлицької ГАЕС спостерігається підтоплення сільськогосподарських угідь, яке лягає непосильним тягарем для населення і влади району. Загалом, під час розбудови комплексу було грубо порушено численні вимоги законодавства України, незаконно знищено заповідні території, культурні пам'ятки світового значення про що існують відповідні експертні висновки і акти.

У верхів'ях р. Горинь розташована Хмельницька АЕС, де по замикаючому створі на межі з Рівненською областю стік річки розрахункового року становить 282 млн. м<sup>3</sup>. з яких 196 млн. м<sup>3</sup> повинні залишатися в річці для водоспоживачів, що розташовані нижче за течією. Для охолодження 4 блоків Хмельницької АЕС дозволено побудувати ставок-охолоджувач об'ємом 86 млн. м<sup>3</sup>, який повинен заповнюватися лише у весняний період. У зв'язку з тим, що для охолодження 4-х блоків потрібно 120 млн. м<sup>3</sup> води на рік, заповнити водосховище у маловодний рік за рахунок повені неможливо. Таким чином, будувати нові блоки на ХАЕС, не руйнуючи при цьому екосистеми Горині теж неможливо.

Рівненська АЕС розташована в середньому плінні р. Стир, де річний стік розрахункового маловодного року становить близько 220 млн. м<sup>3</sup> (середньорічна витрата 7 м<sup>3</sup>/сек.). Для охолодження Рівненської АЕС погоджений забір води з ріки в обсязі 73 млн. м<sup>3</sup> (2,32 м<sup>3</sup>/с). У зв'язку з дефіцитом води у р. Стир у маловодний період, подальша розбудова Рівненської АЕС є неможливою.

Запорізька АЕС розташована на лівому березі Каховського водосховища в 10 км від водозабору м. Нікополя і 100 км вище водозабору Каховського магістрального каналу. Безповоротне водоспоживання станції 144 млн. м<sup>3</sup>, а з врахуванням Запорізької ДРЕС близько 320 млн. м<sup>3</sup> у рік. Вплив цих об'єктів на водосховище, вода з якого використовується як питна досі не вивчено. У той же час, за свідченнями незалежних експертів та громадських організацій Запорізьку АЕС з 2005 р. переведено на прямооточну систему охолодження енергоблоків за рахунок дніпровської води.

Із-за проблем з нестачею водних ресурсів для роботи український АЕС, постійно виникають проблеми з трубопроводами, парогенераторами і рештою обладнання.

#### **6.5.1.2 Використання води для гідроакумулюючих електростанцій**

Окрім використання води безпосереднього на АЕС, значні водні ресурси необхідні для роботи атомної енергетики цілому. Специфіка будови українських ВВЕРів така, що вони не можуть оперативнo зменшувати свою потужність, тому для вирівнювання добових змін потужності споживання разом з АЕС необхідно будувати гідроакумулюючі

електростанції (ГАЕС). Для роботи ГАЕС необхідні величезні об'єми води, а також значні території, які необхідно затопити при їх будівництві.

### **6.5.2 Проблеми на майданчиках українських АЕС**

Майданчик Рівненської атомної електростанції було обрані не дуже вдало, оскільки він розміщений на ґрунтах які мають чисельні карстові утворення. В період будівництва та введення в експлуатацію Рівненської АЕС (правий берег р. Стир, друга надзаплавна тераса) у 1980–1984 рр. відбулась активізація розчинення підстильної крейджано-мергельної товщі та формування ослаблених зон у покривних відкладах, що виражено в утворенні численних провалів гравітаційного типу різних розмірів, в основному, на території власне промайданчика АЕС і, як звичайно, під масивними бетонними блоками основних конструкцій<sup>82</sup>.

Інтенсивне провалоутворення створило серйозну загрозу для подальшого будівництва й експлуатації стратегічного об'єкта і спонукало провести низку екстрених, надзвичайно дорогих заходів.

На даних ділянках постійно тривають роботи по стабілізації споруд. Проте немає жодних гарантій, що через чергове просідання ґрунтів буде пошкоджено ядерну установку і станеться витік радіації. Найкращим рішенням було б припинити експлуатацію ядерних реакторів, коли закінчиться термін їх експлуатації, але НАЕК «Енергоатом» не зважає на цю велику небезпеку.

---

<sup>82</sup> Пелешенко В.И., Закревский Д.В., Хильчевский В.К. и др. Уровенный и гидрохимический режимы на осушительной системе "Верховье р. Стоход" // Физ. география и геоморфология, – 1980. – Вып. 24. – С. 74–80.

## 6.6 Економічні особливості ПТЕ ядерних установок в Україні

Україні «пощастило» з ядерною галуззю, оскільки вона отримала її у спадок. В тариф на вироблення кіловат-години від атомних електростанцій не включена вартість будівництва самих електростанцій. Проте, після заходів ПТЕ й при будівництві нових потужностей тариф має включати ці витрати. Тобто собівартість електроенергії від подовжених чи нових блоків має бути дорожчою ніж від працюючих АЕС.

Інший аргумент представників НАЕК «Енергоатом», що подовження роботи АЕС дасть можливість накопичити гроші у фонд виводу з експлуатації, також викликає сумніви. Такі заяви лунають вже більше десяти років, проте в цьому фонді коштів так і не з'явилося.

### 6.6.1 Вартість робіт

Витрати на фінансування заходів з продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків АЕС здійснюються 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.

З оцінками вітчизняних спеціалістів кошторисна оцінка основних заходів та орієнтовні додаткові витрати з продовження терміну експлуатації одного енергоблока потужністю 1000 МВт складуть близько 50<sup>83</sup> - 80<sup>84</sup> млн. дол. США. Американські аналітики стверджують, що витрати для ПТЕ ЯУ на американських АЕС складуть близько 50 млн. доларів за блок потужністю 1000 МВт. Дослідження МАГАТЕ показує величезні розбіжності економічних розрахунків.

Заснований на анкетних даних, отриманих від операторів АЕС з дванадцяти країн, діапазон витрат може скласти 120–680 млн. доларів за блок 1000 МВт (плюс-мінус 20%).

Проте, тут розрахована лише частина витрат. Дані про витрати наводяться лише в загальному вигляді, конкретні АЕС не згадуються з міркувань конфіденційності, пов'язаних з конкуренцією на енергетичному ринку різних країн.

---

<sup>83</sup> В.Фукс, Українське ядерне товариство <http://www.kievenergo.com.ua/print.php?artid=13&sid=9>

<sup>84</sup> Е.Д.Домашов Ядерная энергетика – основа энергетической и экономической безопасности Украины. сб. “ Політичні, економічні проблеми енергетичної безпеки ”, 2001, с. 18-24.

Окрім цих розрахунків були опубліковані дані по проектах ПТЕ деяких країн. Наприклад, модернізація, направлена на десятирічне продовження терміну експлуатації двох фінських реакторів АЕС Olkiluoto (тип ВWR), складатиме 130 мільйонів доларів. На угорській АЕС Пак, двадцятирічне продовження терміну служби чотирьох реакторів ВВЕР коштуватиме близько 1,1 мільярда євро<sup>85</sup>. Продовження на 15 років терміну служби двох реакторів першого покоління на Кольській АЕС обійдеться в 230 мільйонів доларів за обидва блоки<sup>86</sup>.

Як видно попередня оцінка українськими спеціалістами витрат на ПТЕ енергоблоків нижча у 2-4 рази, ніж показує світовий досвід. В дійсності вартість подовження українських АЕС виявилась найдорожчою в світі (розділ 6.6.8)!

### 6.6.2 Приховування реальних витрат

Тут слід зробити зауваження, що частина робіт по подовженню експлуатації вже виконують в рамках програми підвищення безпеки українських АЕС. В рамках цієї програми протягом 2006-2008 було витрачено більше 200 млн. доларів<sup>87</sup>. Ще близько 100 млн. доларів витрачено у 2009-му році. Ці роботи виконуються не тільки за рахунок власних коштів АЕС, а й з залученням кредитних ресурсів ЄБРР та Євроатому. Таке проведення робіт дозволяє приховати реальні витрати на процес ПТЕ. Проте навіть ці заходи не дозволяють говорити про економічну раціональність подовження старих блоків АЕС.

### 6.6.3 Перевитрати

При виконанні робіт НАЕК «Енергоатом» спіткає проблема перевитрат коштів. Ця ситуація є загальною для всієї світової ядерної енергетики<sup>88</sup>. Зокрема майже щороку виникають скандали пов'язані з перевітками атомних підприємств Національною комісією регулювання електроенергетики України (НКРЕ) про порушення компанією умов ліцензії через недотримання структури тарифу, яку затвердила комісія, перевитрати коштів і неповне виконання окремих статей витрат<sup>89;90</sup>. Тому

---

<sup>85</sup> Nucleonics Week 47\_04

<sup>86</sup> Nucleonics Week 33\_04

<sup>87</sup> „Концепції підвищення безпеки діючих енергоблоків атомних електростанцій” (КПБ), схваленої Розпорядженням Кабінету Міністрів України №515-р від 13 грудня 2005 р., <http://www.rnpp.rv.ua/virobnictvo/modernizacija/>

<sup>88</sup> Проблеми ядерного ренесансу у Фінляндії, Метью Уолд (Matthew L. Wald), звіт з Вашингтону. <http://atom.org.ua/?p=651>

<sup>89</sup> <http://www.pravda.com.ua/news/2006/7/10/44228.htm>

<sup>90</sup> [http://www.atom.gov.ua/ru/media/nnegc.html?\\_m=pubs&\\_t=rec&id=9639](http://www.atom.gov.ua/ru/media/nnegc.html?_m=pubs&_t=rec&id=9639)

при розгляді фінансових питань, пов'язаних з виробництвом ядерної електроенергії, слід мати на увазі, що попередні оцінки будуть перевищені.

#### **6.6.4 Зловживання в атомній галузі**

Ще одною проблемою, яка впливає на фінансові показники ядерного сектора, є зловживання з коштами компанії посадовцями НАЕК «Енергоатом»<sup>91</sup>. Чисельні перевірки Службою безпеки України, Податковою інспекцією та Прокуратурою України показують<sup>92;93;94</sup> показують що компанії в цілому і окремим атомним електростанціям було завдано збитків на сотні мільйонів гривень. З цього зрозуміло чому не виконувались<sup>95;96</sup> необхідні заходи по підвищенню безпеки і ПТЕ АЕС.

#### **6.6.5 Накопичення коштів на вивід з експлуатації**

Одним з аргументів компанії НАЕК «Енергоатом» щодо необхідності ПТЕ ядерних енергоблоків є відсутність коштів на їх вивід з експлуатації. Компанія стверджує, що додаткові роки експлуатації дадуть можливість накопити кошти на закриття АЕС<sup>97</sup>.

Проте такі заяви не викликають довіри, оскільки же лунали з боку представників ядерної галузі і Міністерства палива та енергетики України не один раз<sup>98;99</sup>, але коштів й досі немає<sup>100</sup>. Це при тому, що процес виводу з експлуатації ядерних енергоблоків потребує значних фінансових ресурсів<sup>101</sup> і його вартість може перевищувати вартість будівництва нового енергоблоку АЕС. Хоча відповідно до рекомендацій МАГАТЕ і міжнародної практики, формування фінансових резервів зняття з експлуатації ядерного енергоблоку і захоронення РАВ повинно починатися одночасно з його введенням в експлуатацію і здійснюватися протягом всього терміну експлуатації ядерного енергоблоку. Більш того, у ст. 22 Об'єднаної конвенції про безпеку поводження з відпрацьованим паливом

<sup>91</sup> <http://www.day.kiev.ua/73905/>

<sup>92</sup> <http://www.pravda.com.ua/news/2002/8/16/24487.htm>

<sup>93</sup> <http://ua.pravda.com.ua/archive/2003/august/4/news/8.shtml>

<sup>94</sup> <http://ura-inform.com/economics/2008/05/30/energetika/>

<sup>95</sup> Постанова Колегії Держатомрегулювання № 10 від 10 червня 2005 року «Про хід виконання Комплексної програми робіт щодо продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків АЕС понад проектний строк»

<sup>96</sup> Постанова колегії Держатомрегулювання № 7 від 24 квітня 2007 року 16 травня 2007 «Про стан виконання заходів стосовно продовження експлуатації енергоблоків АЕС у понадпроектний термін».

<sup>97</sup> Комплексна програма робіт щодо продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків атомних електростанцій, затверджена Розпорядженням КМУ від 29 квітня 2004 року № 263-р.

<sup>98</sup> <http://www.chornobyl.net/ua/index.php?newsid=1203430521>

<sup>99</sup> <http://jeynews.com.ua/articles/d6/240>

<sup>100</sup> НАЕК «Енергоатом», [http://energoatom.kiev.ua/ua/news/nngc?\\_m=pubs&\\_t=rec&\\_c=view&id=15678](http://energoatom.kiev.ua/ua/news/nngc?_m=pubs&_t=rec&_c=view&id=15678)

<sup>101</sup> Б.Т. Тимофеев ЦНИИ КМ «Прометей», А.О. Зотова, ЦНИИ КМ «Прометей», Журнал «Атомная стратегия», № 24, август 2006 г., Материаловедение, «Стойкая к радиации».

та про безпеку поводження з радіоактивними відходами (ратифікована Законом України від 20.04.2000 р.), є створення надійних джерел фінансування заходів щодо забезпечення ядерної безпеки. Тобто Україна наразі просто порушує міжнародне ядерне право.

#### **6.6.6 Додаткові об'єми ядерних відходів**

В Україні до цього часу не створена єдина державна система поводження з радіоактивними відходами (РАВ) та відпрацьованим ядерним паливом (ВЯП), як цього вимагають положення ядерного законодавства (Закон України «Про поводження з радіоактивними відходами») та міжнародні зобов'язання України. Наразі Україна не здійснює ніяких інвестицій в створення власної інфраструктури для подальшої безпечної ізоляції ВЯП та РАВ. На сьогодні темпи накопичення РАВ в Україні значно вищі за можливості їхнього знешкодження. За попередніми оцінками, що базуються на розрахунках, проведених іншими державами, де експлуатуються подібні реактори, вартість комплексного вирішення питання ВЯП становить як мінімум 10—20 млн. доларів США на рік для одного реактора типу ВВЕР 1000. Також досі не здійснюється накопичення фінансових ресурсів для поводження з радіоактивними відходами, що утворюються під час експлуатації АЕС<sup>102</sup>.

Якщо брати до уваги, що НАЕК «Енергоатом» збирається подовжувати роботу енергоблоків з 30 до 45 років, то це значить, що фактично наявна атомна енергетика буде працювати в півтора рази довше ніж проектувалось й відповідно приблизно у стільки ж разів зросте кількість різних РАВ. Тобто загальний об'єм РАВ в Україні сягне 200 млн. т. Знешкодження такого об'єму найнебезпечніших відходів буде коштувати більше заробила ядерна галузь за весь час свого існування.

#### **6.6.7 Страхування старих ядерних енергоблоків**

До приведених у розділах 6.6.1 – 6.6.6 витрат також необхідно додати збільшення відрахувань у Страховий ядерний пул. Підписана Україною Віденська конвенція про цивільну відповідальність за ядерну шкоду вимагає від НАЕК «Енергоатом» страхувати ядерні ризики<sup>103</sup>. Якщо ж буде продовжена експлуатація старих енергоблоків, то це означатиме, що підвищаться ризики від підприємств компанії, що призведе до додаткових витрат на страхування.

---

<sup>102</sup> Постанова Колегії Держатомрегулювання № 34 від 15 грудня 2005 року 16 грудня 2005, Постанова колегії, від 15 грудня 2005р. № 34

<sup>103</sup> Nuclear Risk Insurers Limited, <http://www.nuclear-risk.com/home.asp>

### 6.6.8 Підрахунок економічної доцільності ПТЕ ЯУ

НАЕК «Енергоатом» не приводить прозорого економічного обґрунтування ПТЕ ядерних енергоблоків України. Компанія приводить лише розрахунки, які базуються на порівнянні тарифів для теплової та ядерної електроенергетики, а також на тому факті, що для виводу з експлуатації енергоблоку потрібно 2,5 мільйони доларів. Виходячи з цих фактів НАЕК «Енергоатом» стверджує, що закриття енергоблоку принесе збитки розмірі приблизно 42 млн. доларів на рік<sup>104</sup>. Тобто за 15 років, у різ закриття 1-го енергоблоку АЕС збитки не отримає 630 млн. доларів потенційного прибутку.

Станом на жовтень 2009 року роботи по ПТЕ на 1-му блоці 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...»<sup>105</sup>. Тобто вартість ПТЕ 1-го атомного енергоблоку РАЕС потужністю 440 МВт може скласти близько 300 млн. дол., що у разі перевищує міжнародну практику ПТЕ аналогічних ядерних енергоблоків. Крім цього «Енергоатом» зовсім не врахував, що подальша робота АЕС буде потребувати подальшої закупівлі палива для блоку, що становитиме, як мінімум, 600 млн. доларів за 15 років<sup>106</sup>, а також відправку відпрацьованого палива у Росію (чи сплата внесків за будівництво ЦСВЯП, у разі його спорудження), що буде коштувати, як мінімум, 300 млн. доларів. Тут варто ще раз наголосити на тому факті, що вартість свіжого палива та відправка ВЯП на переробку стрімко зростає, тому останні дві цифри витрат можуть зрости вдвічі вже у наступні три роки<sup>107</sup>.

#### Втрати, які понесе НАЕК «Енергоатом» при різних сценаріях для 1-го енергоблоку РАЕС

Подовження роботи реактора	Закриття реактора
----------------------------	-------------------

<sup>104</sup> Відповідь ДП НАЕК «Енергоатом» на звернення Національного екологічного центру України (лист від 15.03.2010 №125-1/60) [http://energoatom.kiev.ua/ua/news/nngc?\\_m=pubs&\\_t=rec&id=25415](http://energoatom.kiev.ua/ua/news/nngc?_m=pubs&_t=rec&id=25415)

<sup>105</sup> Відповідь на лист НЕЦУ до НАЕК «Енергоатом» по питаннях подовження роботи ядерних енергоблоків у понадпроектний термін, <http://www.nescu.org.ua/lyst-0911-ponadproektniy-termin-ekspl-aes/>

<sup>106</sup> Ольга Кошарна, «Проблемы и перспективы развития атомно-энергетического комплекса Украины», <http://www.atomnews.info/?T=0&MID=62&JId=62&NID=1214>

<sup>107</sup> Журнал «Експрет», №46 (95), 27 листопада 2009 року, "Ответный ядерный удар"

Статті витрат за 15 років	\$	Статті витрат за 15 років	\$
Проведення робіт по ПТЕ	≈ 300 млн.	Можливі втрати Енергоринку	630 млн.
Закупівля свіжого палива	більше 600 млн.	Виведення з експлуатації	37,5 млн.
Переробка ВЯП	300 млн.		
Збільшення страхових внесків	?		
Накопичення додаткових РАВ	?		
Виведення із експлуатації	більше 37,5		
<b>Всього</b>	більше 1 237,5 млн.	<b>Всього</b>	667,5 млн.

В даній таблиці приведено мінімальну вартість виведення АЕС з експлуатації. Насправді, цей процес по вартості може перевищувати будівництво нових енергоблоків. Проте після 15 років роботи реактора у понад проектний термін, вартість його закриття лише збільшується.

З наведених вище фактів очевидним є вивід, що жодної економічної доцільності в подовженні терміну експлуатації немає. Варто додати, ми майже не врахували додаткових витрат, які буде нести «Енергоатом», описаних у розділах 6.6.2 - 6.6.7, тобто реальна ситуація буде значно гіршою.

Така економічна авантюра сходить НАЕК «Енергоатом» з рук, бо компанія має право в односторонньому порядку приймати рішення про ПТЕ старих енергоблоків, а Державний комітет ядерного регулювання України, який дає ліцензії на понадпроектні терміни експлуатації, не має змоги контролювати фінансові питання.

## 6.7 Законодавчі аспекти процесу ПТЕ

Для своєчасного отримання ліцензії на продовження терміну безпечної експлуатації енергоблоків №1, 2 ВП РАЕС було заплановано певний перелік робіт<sup>108</sup>. Проте, якщо навіть до настання кінця терміну експлуатації енергоблоку, всі необхідні технічні роботи не будуть виконані, то блок буде знаходитись в стані ремонту, поки всі роботи не будуть завершені, а тоді вже ДКЯР дасть ліцензію на подальшу експлуатацію. Тобто процес виводу з експлуатації наразі навіть не розглядається, хоча за законом має бути саме так.

<sup>108</sup> Офіційна інтернет - сторінка Рівненської АЕС, <http://www.rnpp.rv.ua/virobnictvo/prodovzhennja-resursu/>

Іншою важливою проблемою є сама процедура ПТЕ. Як уже згадувалось в більшості демократичних країн для продовження терміну експлуатації ядерних енергоблоків оператором готується ОВНС<sup>109</sup>, де передбачається залучення громадськості до процесу обговорення процесу ПТЕ енергоблоків АЕС. В Україні для продовження експлуатації енергоблоків ОВНС не готувався і відповідно громадськість долучена не була. Хоча згідно статті 50 Конституції України кожен громадянин України має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля, зокрема, виконання зобов'язань держави щодо досягнення балансу між інтересами суспільства і правами особи при впровадженні сучасних ядерних та радіаційних технологій.

Але головним документом для прийняття рішення про ПТЕ енергоблоку в усіх цивілізованих країнах є підготовка документу «техніко-економічна оцінка». Цей документ має бути початком розгляду можливості ПТЕ і є основою для ухваленні рішень про початок фінансування даних проектів (докладніше про це вже писалось в розділах 4.2 і 4.8). В Україні підготовка до робіт по ПТЕ розпочалась ще в 2004 році, станом на 2009-й рік вже виконуються роботи на 1-му енергоблоку Рівненської АЕС, але досі не відбулося оприлюднення ТEO чи іншого аналогічного документу. Саме відсутності в Україні загальносвітової практики прийняття рішення по ПТЕ ядерних енергоблоків й дозволяє НАЕК «Енергоатом» реалізовувати неадекватні з економічної точки зору проекти.

Така ситуація в Україні стала можлива внаслідок змін, які були внесені в Закон України від 08.09.2005 «Про порядок прийняття рішень про розміщення, проектування, будівництво ядерних установок і об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами, які мають загальнодержавне значення» (щодо удосконалення процедури прийняття рішень)», які були ініційовані депутатами Мартиненком М.В. та Тулубом С.Б. і прийняті Верховною Радою України 25 червня 2009 року.

Проект Закону про внесення змін до Закону України «Про порядок прийняття рішень про розміщення, проектування, будівництво ядерних установок і об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами, які мають загальнодержавне значення» (щодо удосконалення процедури прийняття рішень) під номером 3562 від 04.02.2009 вніс зміни до Статті 6. «Прийняття рішень щодо продовження терміну експлуатації існуючих ядерних установок і об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходам, які мають загальнодержавне значення». В текст статті було внесено зміни наступні зміни, які мають дуже важливі наслідки, а саме:

---

<sup>109</sup> [http://www.energoatom.kiev.ua/ru/media/nnegc.html?\\_m=pubs&\\_t=rec&id=22787](http://www.energoatom.kiev.ua/ru/media/nnegc.html?_m=pubs&_t=rec&id=22787)

*«Рішення щодо продовження терміну експлуатації існуючих ядерних установок... приймається у тому ж порядку, що і рішення про будівництво ядерних установок ...»»,*

було замінене, на більш вигідне для НАЕК «Енергоатом» формулювання:

*«Рішення щодо продовження терміну експлуатації існуючих ядерних установок... приймається органом державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки...».*

Ці зміни призвели до того, що тепер продовження роботи ядерних реакторів у понад проектний термін, є приватною справою НАЕК «Енергоатом». Цій компанії тепер не потрібно обґрунтовано доводити представниками народу у Верховній Раді та Уряду країни доцільність подовження роботи старих енергоблоків з точки зору економіки, енергетичної та екологічної безпеки. Також «Енергоатом» має право не проводити жодних консультацій з громадськістю, як це було передбачено законом до внесених змін.

Крім цього, діюча редакція Закону № 2861-IV від 08.09.2005, порушує низку інших законодавчих актів. Передусім, це Конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля (Оргуська конвенція), де громадськості гарантується участь в прийнятті рішень в ядерній галузі.

Також порушується Постанова Кабінету Міністрів України від 18 липня 1998 р. № 1122 «Про затвердження Порядку проведення громадських слухань з питань використання ядерної енергії та радіаційної безпеки», статті 1 та 3, в яких чітко вказано, що проекти законодавчих актів і програм у сфері використання ядерної енергії мають проходити через консультації з громадськістю, що не було зроблено для програми подовження терміну роботи реакторів.

Є порушення й статей 11, 17, 20 Закону України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку», в яких вказано, що громадяни і їх об'єднання мають право на участь у процесі обговорення програм в сфері ядерної енергетики, й що Верховна Рада приймає ці програми, а місцеві органи влади забезпечують референдум. Жодне з цих положень не було виконане.

## **7. Необхідність в подовженні експлуатації АЕС з точки зору енергобезпеки України**

На сьогоднішній день енергетика України перебуває в залежності від АЕС. Приблизно 50% всієї електроенергії України виробляється на атомних електростанціях, що ставить під загрозу енергетичну безпеку країни.

Головною небезпекою ядерної енергетики є те, що на кожному етапі експлуатації АЕС, починаючи з видобування урану, для виробництва ядерного палива, і закінчуючи виведенням об'єкту з експлуатації, утворюються небезпечні радіоактивні відходи. Ці відходи створюють величезні ризики для населення та навколишнього середовища не тільки в районі навколо АЕС, але для значно більшої території й кількості людей. Ці надзвичайно небезпечні речовини можуть потрапити у довкілля під час транспортування, переробки, використання і зберігання, а також можуть бути використані терористами.

Не варто забувати, що й самі працюючі АЕС становлять значну загрозу. Як добре видно з розділів 4.1 і 6.3 даного документу ймовірність аварії на атомних станціях із-за недосконалості конструкцій досить висока. Причому експлуатація ядерних реакторів у терміни, що перевищують встановлені проектом, несе ще більшу небезпеку (розділ 4.1.2).

Як показано у розділі 6.6.6, щоб знешкодити відходи, які напрацьовуються сектором ядерної енергетики, не вистачить коштів, які заробляють АЕС. Тобто економічної доцільності у використанні атомних електростанцій в Україні немає, але, за рахунок неповної сплати за подолання наслідків роботи ядерної галузі, а також із-за небажання Міністерства палива і енергетики України розвивати сучасні джерела енергії, в Україні атомна енергетика отримує значні привілеї для розвитку.

Замість того, щоб припинити роботу атомних електростанцій, які з кожним роком створюють все більше загроз, на подолання яких необхідно буде витратити значні ресурси багатьом поколінням наших нащадків, Уряд України розпорядився почати процес подовження роботи АЕС у понадпроектні терміни, прикриваючи це аргументами, які не витримують жодної критики (розділ 6.2).

У розділі 6.6.8 показано, що жодної економічної доцільності у ПТЕ ядерних енергоблоків немає. Більш того, навіть на сьогодні, електроенергія більшості ядерних енергоблоків просто не використовується як в Україні, також щороку падають об'єми експорту електроенергії у інші країни –

останні чотири роки зменшення складало майже 50% щорічно<sup>110</sup>, що пов'язано з значним зростанням рівня енергоефективності у сусідніх країнах.

Головним рушійним аргументом процесу ПТЕ ядерних реакторів є небажання керівництва України підвищувати енергетичну ефективність економіки держави, роботу оскільки це не можливо без підняття тарифів на електроенергію що є не популярним заходом. Проте, виходячи з того, що Україна не володіє в достатній мірі ядерними технологіям, такий крок керівників країни призводить до того, що наша енергетика ставиться у залежність від іноземних постачальників.

Проводячи системну роботу зі ЗМІ, українським Парламентом, Урядом, вимагаючи звітності від Міністерства палива та енергетики України й від компанії НАЕК «Енергоатом», з Державним Комітетом ядерного регулювання України<sup>111</sup>, громадськості України вдалося добитись того, що у травні 2010 року відділом роботи з громадськістю Рівненської АЕС було оголошено початок процедури громадського обговорення даного процесу<sup>112</sup>. Крім цього НАЕК «Енергоатом» був змушений підготувати ґрунтовний документ, який висвітлює головні аспекти ПТЕ ядерних реакторів. Звітуючи перед Комітетом Верховної Ради України з питань паливо-енергетичного комплексу представники ядерної галузі були змушені провести широку роз'яснювальну роботу<sup>113</sup>, щодо процесу ПТЕ реакторів. Комітет ядерного регулювання в рішеннях засідань Колегії запланував приймати рішення про видання ліцензії на подовжений термін роботи 1-го енергоблоку РАЕС у грудні 2010 року безпосередньо на майданчику АЕС з широким залученням зацікавленої громадськості<sup>114</sup>.

Подовження роботи старих ядерних реакторів не вирішить проблем в українській енергетиці, а лише створить ряд нових. Найкращим рішенням з точки зору енергетичної безпеки України на сьогодні є виведення з експлуатації енергетики блоків по закінченню терміну їх експлуатації, а гроші, які витрачались на її підтримку, направити на підвищення енергоефективності в промисловості і житловому господарстві.

---

<sup>110</sup> Інформаційна довідка про основні показники розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу України, [http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/publish/article?art\\_id=173014&cat\\_id=35081&showHidden=1](http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/publish/article?art_id=173014&cat_id=35081&showHidden=1)

<sup>111</sup> Постанова Колегії Держатомрегулювання № 5 від 08 квітня 2010 року "Про стан робіт щодо продовження експлуатації енергоблоку №1 Рівненської АЕС у понадпроектний строк"

<sup>112</sup> Відділ по роботі з громадськістю та ЗМІ РАЕС, <http://www.rnpp.rv.ua/dodatkovirozdili/novini/novini/browse/1/backPid/25/article/815/>

<sup>113</sup> [http://energoatom.kiev.ua/ua/news/nngc?\\_m=pubs&\\_t=rec&id=25936](http://energoatom.kiev.ua/ua/news/nngc?_m=pubs&_t=rec&id=25936)

<sup>114</sup> РБК-Україна, від 8 квітня 2010 року,

[http://www.rbc.ua/ukr/newsline/show/reshenie\\_o\\_prodolzhenii\\_ekspluatatsii\\_pervogo\\_energobloka\\_raes\\_budet\\_prinyato\\_10\\_dekabrya\\_2010\\_g\\_gosatomregulirovanie\\_08042010](http://www.rbc.ua/ukr/newsline/show/reshenie_o_prodolzhenii_ekspluatatsii_pervogo_energobloka_raes_budet_prinyato_10_dekabrya_2010_g_gosatomregulirovanie_08042010)