

Тема 6 АТОМНА І ЯДЕРНА ФІЗИКА

Тема 6.1.1. Проблеми розвитку ядерної енергетики в Україні.

Чорнобильська катастрофа та ліквідація її наслідків. Боротьба за ліквідацію загрози ядерної війни

ПЛАН

Вступ

1. Роль електроенергетики у забезпеченні безпеки держави
2. Потреби в електроенергії та баланс виробництва різними типами генерації
3. Чорнобильська катастрофа та ліквідація її наслідків
4. Боротьба за ліквідацію загрози ядерної війни

"Ядерна енергетика - це рятівник від енергетичного голоду "або руйнівник, винний у загибелі всього живого?"

В історії людства не було наукової події, більш видатної за своїми наслідками, ніж відкриття ділення ядер урану. Цей винахід прибавив до запасів енергетичних копалин палива істотний вклад ядерного палива. Запаси урану у земній корі оцінюються величезним числом 10^{14} тонн. Але основна маса цього багатства знаходиться у розсіяному стані – у гранітах, базальтах. У водах світового океану кількість урану досягає $4 \cdot 10^9$ тонн. Але багатих родовищ урану, де добуток був би недорогим, відомо порівняно небагато. Тому масу ресурсів урану, котру можна здобути при сучасній технології та при помірних цінах, оцінюють у 10^8 тонн. Людина отримала у своє розпорядження величезну, ні з чим незрівнянну силу, нове могутнє джерело енергії, закладене в ядрах атомів, – ядерну енергію.

Науково – технічний прогрес визначається розвитком енергетики країни. Енергетика – найважливіша галузь народного господарства, яка охоплює енергетичні ресурси, вироблення, перетворення, передачу та використання різноманітних видів енергії. Це основа економіки країни.

Академік І. В. Курчатов сказав: **"Атомна енергія - потужне джерело енергії, що несе добробут і радість всім людям на землі"**.

Початком мирного використання ядерної енергетики прийнято вважати 26 липня 1954 року, коли в Обнінську під Москвою запрацювала перша в світі атомна електростанція (АЕС). Потужність її була 5 МВт. Пуск першої АЕС породив надію на екологічно чисту енергетику з практично необмеженими ресурсними можливостями.

В цілому в світі на частку АЕС припадає до 18% вироблюваної електроенергії.

У 30 країнах світу функціонує 440 ядерних реакторів, з яких

[США](#) — 103 АЕС. [Франція](#) — 59 АЕС [Японія](#) — 55 АЕС. [Росія](#) — 10 АЕС. [Україна](#) — 5 АЕС.

Найбільша АЕС в Європі — Запорізька атомна електростанція в місті Енергодарі (Запорізька область).

Найбільша АЕС в світі Касівадзакі-Каріва за встановленою потужністю знаходиться в японському місті Касівадзакі префектури Ніїгата — в експлуатації знаходяться п'ять киплячих ядерних реакторів (BWR) і два просунутих киплячих ядерних реакторів (ABWR), сумарна потужність яких складає 8,212 ГВт.

До складу енергетичної галузі України входять 5 атомних електростанцій (АЕС) встановленою потужністю 12.818 млн. КВт:

- Запорізька АЕС;
- Рівненська АЕС;
- Чорнобильська АЕС;
- Хмельницька АЕС;
- Південно – Українська АЕС.

Україну ж можна віднести до тих країн світу, в яких успішно розвивається атомна енергетика. На сьогодні в країні працює чотири атомні електростанції: Південноукраїнська, Запорізька, Хмельницька та Рівненська.

На цих АЕС діють 15 атомних енергоблоків, загальною потужністю 13580 МВт. Фактично навколо кожної електростанції виросло невелике містечко.

Південно - Українська атомна електростанція

Розташована на березі річки Південний Буг, поблизу міста Южноукраїнська.

№ п/п	Характеристика АЕС	Дані про дану АЕС
1	Початок будівництва	1975 рік
2	Початок експлуатації	1982 рік
3	Кількість енергоблоків	3
4	Кількість реакторів в експлуатації	3
5	Генеруюча потужність	3000 МВт

Південно – Українська АЕС за рік виробляє 17 млрд. квт•год. енергії, що перевищує 10% енергії, що виробляється в Україні.

Хмельницька атомна електростанція

Розташована на території Хмельницької області, в місті Нетішин.

№ п/п	Характеристика АЕС	Дані про дану АЕС
1	Початок будівництва	22 січня 1981 рік
2	Початок експлуатації	22 грудня 1987 рік
3	Кількість енергоблоків	2
4	Кількість реакторів в експлуатації	2
5	Генеруюча потужність	2000 МВт

Хмельницька АЕС за рік виробляє близько 6 - 7 млрд. квт•год. енергії, тобто 9% енергії, що виробляється в Україні.

Рівненська атомна електростанція

Розташована на західному Поліссі, біля міста Кузнецовська

№ п/п	Характеристика АЕС	Дані про дану АЕС
1	Початок будівництва	22 червня 1973 рік
2	Початок експлуатації	1980 рік
3	Кількість енергоблоків	4
4	Кількість реакторів в експлуатації	4
5	Генеруюча потужність	2835 МВт

Рівненська АЕС за рік виробляє близько 11 - 12 млрд. квт•год. енергії, тобто 16% енергії, що виробляється на атомних електростанціях України.

Запорізька атомна електростанція

Розташована в Запорізькій області поруч з місцем Енергодар.

№ п/п	Характеристика АЕС	Дані про дану АЕС
1	Початок будівництва	1 квітня 1981 рік
2	Початок експлуатації	9 листопада 1984 рік
3	Кількість енергоблоків	6
4	Кількість реакторів в експлуатації	5 (4 – ий на плановому ремонті)
5	Генеруюча потужність	6000 МВт

Чорнобильська атомна електростанція

Розташована в Київській області біля міста Прип'ять.

№ п/п	Характеристика АЕС	Дані про дану АЕС
1	Початок будівництва	Травень 1970 рік
2	Початок експлуатації	26 вересня 1971
3	Кількість енергоблоків	4
4	Кількість реакторів в експлуатації	0

	експлуатації	
5	Генеруюча потужність	3800 МВт (до 1986 року)

На атомні електростанції припадає близько половини електроенергії, що виробляється в Україні.

За кількістю реакторів та їх сумарною потужністю Україна посідає сьоме місце у світі та четверте – в Європі.

Розвиток атомної енергетики за останні роки значно забарився. Головна причина – широко розповсюджене переконання в „шкідливості” атомної енергетики, сумніви в можливостях досягнення припустимого рівня безпеки АЕС на базі сучасної технології. Великий вплив на відношення людства до атомної енергетики завдали аварії на атомних електростанціях, особливо аварія на 4-му блоці Чорнобильської АЕС, яка сталася 26 квітня 1986р. Під впливом цієї аварії в деяких країнах піднялась широка хвиля суспільного опору використанню атомних електростанцій, викликана страхами про небезпеку впливу атомної радіації на навколишнє середовище і населення. Після цих подій різко зросла інтенсивність наукових досліджень в області забезпечення безпеки об’єктів атомної енергетики. Однак, велика кількість досліджень проблем безпеки АЕС хоч і виявили недоліки, упущення, навіть помилки в мірах забезпечення безпеки АЕС, лише підтвердили впевненість спеціалістів в тому, що високий рівень безпеки АЕС може бути досягнуто на основі сучасних знань та технологій.

Розглянемо перспективи та існуючі проблеми розвитку ядерної енергетики в Україні.

1. Роль електроенергетики у забезпеченні безпеки держави

У резолюції Міжнародної конференції МАГАТЕ “Атомна енергетика в 21 сторіччі” (Париж, 21 -22 березня 2005 р.) відзначено: охорона навколишнього середовища, включаючи мінімізацію ризиків глобальної зміни клімату, є пріоритетним завданням для урядів усіх країн; необхідна диверсифікованість джерел енергії для задоволення зростаючого попиту на

неї. У зв'язку з цим відзначається позитивна роль атомної енергетики: вона не забруднює атмосферу газами, що не приводить до глобальних змін клімату; АЕС – це перевірені технології, які при різних умовах забезпечують конкурентоспроможну ціну на електроенергію для споживачів, вони беруть участь у формуванні конкуренції в економіці; АЕС вносять вклад в енергетичну безпеку й стабільність цін на електроенергію шляхом зниження залежності від змін цін на традиційні види палива.



Схема 1. Схема розташування об'єктів ядерно-паливного циклу України

З точки зору національної безпеки, розвиток електроенергетики в Україні має визначатись одночасно трьома аспектами: економічною безпекою держави, що для забезпечення конкурентоспроможності вітчизняної продукції потребує мінімізації ресурсної складової її собівартості, зокрема й витрат на електроенергію; енергетичною безпекою держави, що по відношенню до електроенергетики потребує самодостатнього рівня виробництва в масштабах країни та диверсифікації типу генерації, а в разі значної долі імпорту палива – диверсифікації його джерел; екологічною безпекою, що по відношенню до об'єктів електроенергетики потребує при їх нормальній експлуатації не перевищення припустимих впливів на довкілля, співставних з прийнятими в загальносвітовій практиці, а також соціально прийнятного рівня ризику аварійних ситуацій та наявності організаційних, матеріально-технічних та фінансових ресурсів для подолання їх наслідків.

2. Потреби в електроенергії та баланс виробництва різними типами генерації

Відповідно до прогнозу розвитку економіки України в енергетичній стратегії України на період до 2030 р., схваленої Рішенням Кабінету Міністрів України від 15 березня 2006 р. № 145р, споживання електроенергії (з урахуванням заходів з енергозбереження) зростатиме від сьогоденного рівня ~150 млрд кВт · год/рік до ~420 млрд кВт · год/рік у 2030 р., що визначає перспективи розвитку електроенергетичної галузі. Ця оцінка не враховує можливе зростання потреби у водні, що є екологічно чистим паливом, альтернативним газу та продуктам нафтопереробки. За світовими прогнозами, роз-гортання виробництва водню у промислових масштабах може потребувати підвищення встановлених потужностей електроенергетики ще на декілька десятків відсотків. Найближчими десятиліттями основним шляхом підтримання рівню виробництва електроенергії та його подальшого нарощування є використання традиційних типів генерації – теплової, ядерної та гід-роенергетики. Альтернативні джерела – сонячна, вітрова, геотермальна енергетика тощо, – обмежені як за потенційним енергоресурсом, так і за економічними показниками, суттєво гіршими порівняно з традиційними. Загалом за світовими прогнозами доля альтернативних джерел у найближчі 20-30 років не перевищуватиме 10 %, не зважаючи на їх екологічну привабливість.

Викиди CO₂ для повного паливного циклу різних джерел, гСeq/кВт · год

Вугілля 265 – 357

Нафта 219 – 264

Природний газ 120 – 188

Сонячні фотоелементи 27 – 76

Гідроенергетика 6 – 65

Біомаси 3 – 13

Енергія вітру 3 – 13

Ядерна енергетика 2 – 6

Гідроенергетичний ресурс в Україні, як і в більшості рівнинних європейських країн, є практично вичерпаним. Ресурс “малої”

гідроенергетики не перевищує декількох відсотків від сьогоденного рівня виробництва електроенергії в Україні й навіть його повне використання не впливатиме суттєво на задоволення потреб в електроенергії в масштабах країни. Таким чином, основними типами генерації протягом наступних 30 років в Україні, як і в усьому світі, залишатимуться теплова та ядерна енергетика, сумарна доля яких з необхідністю становитиме в Україні 80-90 % від загального виробництва. Співставлення цих джерел за економічними показниками не потребує інших обґрунтувань, крім факту співставної їх долі в електроенергетиці більшості розвинених країн світу. При цьому теплова електроенергетика потребує менших капіталовкладень (у 2 – 3 рази) при більших поточних витратах на виробництво електроенергії (у 1,5 – 2 рази) порівняно з ядерною енергетикою. Стратегічне планування балансу виробництва між цими типами генерації має визначатись не лише економічним, але й двома іншими аспектами безпеки. За енергетичним аспектом небажаним є дисбаланс на користь будь-якого типу генерації, що перевищує 50 % від загального обсягу виробництва. З екологічної точки зору, крім загального недоліку – значного рівня водоспоживання, обидва типи мають свої власні основні принципово невідворотні вади: теплова енергетика – суттєві викиди двоокису вуглецю та інших шкідливих речовин до атмосфери, ядерна енергетика – напручування радіоактивних відходів (РАВ). При цьому остання вада може бути скомпенсована надійною локалізацією РАВ, що за умов нормальної експлуатації об'єктів надає ядерній енергетиці суттєвої переваги порівняно з тепловою. У той же час до основних недоліків ядерної енергетики, хоча й принципово відворотних, належать суттєво більша вага наслідки потенційно можливих аварій порівняно з іншими типами генерації. Таким чином, за сукупністю всіх аспектів безпеки доцільним балансом виробництва електроенергії між тепловою та ядерною енергетикою в Україні є збереження сьогоденного розподілу (40 – 45 % на кожний тип генерації) за умови безпечного поводження з РАВ, дотримання соціально прийняттого рівня ризику аварійних ситуацій на АЕС і наявності

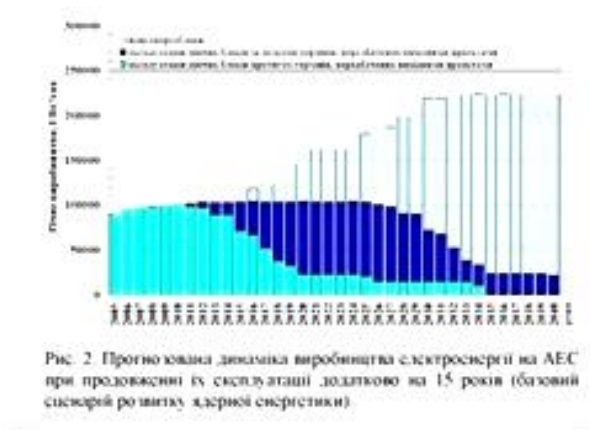
організаційних, матеріально-технічних та фінансових ресурсів для подолання їх наслідків.

3. Продовження експлуатації діючих АЕС

Рівень безпеки діючих АЕС України відповідає сучасним принципам безпеки та порівняний з рівнем для АЕС того ж покоління, які експлуатуються в країнах ЄС та інших країнах з розвиненою ядерною енергетикою. При цьому потенційна можливість підвищення рівня безпеки вітчизняних АЕС залишається суттєво невичерпаною. Передбачений вихідними проектами термін експлуатації енергоблоків діючих АЕС був визначений у 70-х роках минулого століття, виходячи з суттєво консервативних припущень, і складає 30 років. Відповідно до вихідних проектів, починаючи з 2011 р. мають розпочатися заходи з їх зняття з експлуатації. У той же час світова практика вказує на можливість їх подальшої безпечної експлуатації. На сьогодні відсутня вичерпна вихідна інформація, необхідна для однозначного прогнозу, однак, виходячи з попередніх оцінок і світового досвіду експлуатації реакторних установок водоводяного типу, очікуваний додатковий термін експлуатації може становити 10 і більше років. Порівняно із спорудженням нових теплових та ядерних енергоблоків оцінені питомі витрати на продовження експлуатації діючих АЕС нижчі у 3 – 5 та 10 – 15 разів відповідно. Додатковою перевагою такого рішення є запас часу на накопичення коштів на майбутнє зняття з експлуатації АЕС, захоронення РАВ та інвестування в будівництво заміщуючих потужностей. Виходячи з цього, а також з урахуванням значного інвестиційного циклу спорудження нових об'єктів обох типів генерації (5 – 6 років для ТЕС та 10-12 років для АЕС) продовження експлуатації діючих ядерних енергоблоків є на сьогодні практично безальтернативним для електроенергетики України. Протягом усієї історії розвитку ядерної енергетики спостерігається поступове зростання жорсткості вимог і норм з безпеки, захисту населення та навколишнього середовища. Однак з урахуванням наявного рівня безпеки діючих АЕС України та суттєво

невичерпаної потенційної можливості його подальшого підвищення обов'язкова умова щодо дотримання цих вимог і норм не вбачається технічно недосяжною або такою, що зробить економічно недоцільною експлуатацію діючих АЕС за межами 30-річного терміну, передбаченого вихідними проектами.

Шляхами рішення основної задачі продовження ресурсу діючих АЕС, в рамках виконання Комплексної програми робіт щодо продовження терміну експлуатації діючих енергоблоків АЕС, схваленої Розпорядженням КМУ № 263р від 29 квітня 2004 р. є: визначення залишкового ресурсу та управління старінням елементів, що не підлягають заміні або заміна яких занадто витратна; виконання поточних робіт з модернізації і реконструкції з обов'язковим врахуванням майбутнього продовження терміну експлуатації діючих АЕС; розробка, реалізація підходів і методів обґрунтування безпеки продовження ресурсу; своєчасне виконання комплексу організаційних і технічних заходів, необхідних для одержання ліцензії на подальшу експлуатацію. Прогнозовану динаміку виробництва електроенергії на АЕС при продовженні їх експлуатації додатково на 15 років показано на рис. 2.



Обов'язковою умовою реалізації цього сценарію є негайне прискорення відповідних заходів, зокрема визначення залишкового ресурсу та керування старінням елементів АЕС, заміна яких неможлива або вкрай витратна (корпус реактора, основні системи керування, захисту й контролю, трубопроводи й

тепломеханічне обладнання 1-го контуру, парогенератори, кабельне господарство, будівельні та гідротехнічні споруди тощо).

4. Перспективне будівництво в ядерній енергетиці

На планований період основною задачею є своєчасне спорудження нових потужностей на доповнення та заміну тим, що знімаються з експлуатації.

Шляхами вирішення основної задачі є:

1. удосконалення можливостей електромереж для повноцінного відпуску електроенергії, яка виробляється на діючих та вироблятиметься на нових енергоблоках; визначення перспективного типу (типів) реактора, який буде основою для проектування нових енергоблоків;
2. спорудження протягом планованого періоду до 2030 р. нових ядерних енергоблоків на заміну тим, що знімаються з експлуатації;
3. створення сприятливих засад для подальшого перспективного будівництва. Завданням принципового характеру є включення та подальша участь вітчизняних організацій в реалізації міжнародних проектів з: проектування перспективних реакторних установок для комерційних енергоблоків;
4. розробки установок ядерного синтезу;
5. розробки перспективного ядерного палива; розробки фізико-математичних моделей, ядерно-фізичних та теплофізичних кодів, розрахунків з проблем міцності матеріалів та імовірнісного аналізу безпеки.

Висновки

Теоретично ядерна енергія близька до ідеальної. Вона ефективна і недорога. Проте з виробництвом ядерної енергії пов'язано чимало проблем. Використання будь якого виду енергії доводиться оплачувати грошима, людським життям, забрудненням навколишнього середовища.

Атомні станції не повинні чинити надмірних постійно діючих або аварійних теплових, хімічних, радіаційних та інших впливів на навколишнє середовище, так як це загрожує рівновазі всієї планети. У найгіршій перспективі побічні продукти атомної енергії – накопичені внаслідок аварій і спалювання ядерного палива – можуть завдати непоправної шкоди нашій планеті.

Природа буває жорстока і без втручання людини. Але природні руйнування здебільшого загладжуються навколишнім середовищем.

Однак катастрофи, які спричиняє людина, загрожують постійним спустошенням. Не виключено, що тоді, коли стануть відомі всі згубні наслідки впливу ядерної енергії на навколишнє середовище, змінити щось буде неможливо. Цілком можливо, що в розв'язанні ядерних енергетичних проблем ми досягли межі технологічної компетентності й питання радіації ніколи не будуть розв'язані. Небезпеки, які спричиняються розщепленням атома, випливають з фундаментальних законів фізики, тому, можливо, проблем пов'язаних з ними, ніколи не вдасться розв'язати. Але хочеться вірити в людський розум, в те, що на основі сучасних та майбутніх знань людство вирішить проблему безпечного використання атому, і тоді воно назавжди буде забезпечено енергією.

Низка українських вчених доводить непотрібність ядерної енергетики через наступні причини:

- Ядерна енергетика збиткова. Ця галузь промисловості існує тільки завдяки державній підтримці. У світі атомною енергетикою переймаються перш за все країни, які мають програми розвитку ядерного озброєння, і тоді використання енергії лише зменшує державні витрати на вироблення військового плутонію.

- Ядерна енергетика небезпечна. Навіть за неймовірної умови розвитку технологічно безпечного реактора неможливо позбутися людського фактора, тобто навіть теоретично не можна виключити можливість великої аварії. Всі

стадії ядерного циклу пов'язані з ризиком випадкового чи навмисного використання радіоактивних матеріалів не за призначенням.

- Ядерна енергетика порушує закони України. Ліцензіати не мають фінансових можливостей відшкодування збитків від аварій, що можуть статися під час використання ядерної енергії. Навіть на діючі ядерні установки досі не розроблено проекти їх закриття, хоча багато з них уже близькі до завершення свого нормативного періоду експлуатації.

- Атомна енергетика не створює багато робочих місць. У середньому, на один працюючий блок потрібно не більше 1300 робітників, таким чином кожне робоче місце матиме ціну біля 4 мільйонів гривень.

- Експорт ядерної енергії недоцільний для України. Стратегічні плани стати одним з експортерів електроенергії суперечать розумінню України як країни з незадовільними запасами енергії. До того ж більшість країн у центральній Європі теж сподіваються на роль експортера електроенергії.

- Атомна енергетика застаріла технологія. Технологія видобутку енергії на більшості атомних станцій базується на створенні тиску від перетворення води у пару, тобто працює за тим самим принципом, що й двигун паротяга. Однак, різниця в тім, що тепло отримують від ядерної реакції, яку дуже складно тримати під контролем щоб запобігти вибуху.

- Проблема радіоактивних відходів не вирішується. Радіоактивні відходи, що утворюються на усіх стадіях від видобутку урану до виведення реакторів з експлуатації, накопичуються з величезною швидкістю. Однак ніяких шляхів їх знешкодження не відомо.

- Залежність від Росії. Ядерна галузь України знаходиться у цілковитій залежності від Росії по ядерному паливу та значною мірою по обладнанню.

- Атомна енергія не вирішує проблем зміни клімату. Для помітного впливу атомної енергії на зменшення викидів парникових газів вже зараз у світі мали б будувати новий реактор щомісяця, що неможливо з технічних, екологічних та політичних міркувань.

Величезної шкоди населенню та народному господарству України завдала Чорнобильська катастрофа — найбільша у світі техногенна ядерна катастрофа. Особливо постраждали території Поліського регіону.

Унаслідок чорнобильського вибуху в Україні було радіаційно забруднено більше ніж 2300 населених пунктів, розташованих на території 12 областей. Чорнобильська катастрофа порушила нормальну життєдіяльність і виробництво в багатьох регіонах України, Білорусі і Росії, призвела до зниження виробництва електроенергії для потреб економіки. Істотні збитки було завдано сільськогосподарським і промисловим об'єктам, постраждали лісові масиви і водне господарство. Але ніякими фінансовими розрахунками не виміряти людське горе, пов'язане зі смертю чи втратою здоров'я ліквідаторів аварії, із хворобами дітей, зі страхом згубних наслідків катастрофи. У 1986 р. було евакуйовано майже 116 тис. чоловік, унаслідок чого виникла проблема додаткового будівництва житла для переселенців. У 1986-1987 роках для них було збудовано близько 15 тис. квартир, гуртожитків для більш ніж тисячі чоловік, 23 тис. споруд, приблизно 800 установ соціальної та культурної сфери. Замість відселеного міста Прип'ять для персоналу Чорнобильської АЕС побудовано нове місто Славутич. Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС тільки в Рівненській області забруднено радіонуклідами території Березнівського, Володимирецького, Дубровицького, Зарічненського, Рокитнівського і Сарненського районів загальною площею 1,2 млн. га, в тому числі 290 тис. га сільськогосподарських угідь, 500 тис. га лісових масивів.

Спостереженнями встановлено надзвичайно високе надходження радіаційних елементів в організм людини через харчові продукти (м'ясо, молоко), особливо продукти лісу (ягоди, гриби). На інтенсивність розповсюдження радіонуклідів в системі "грунт-рослина" великою мірою впливають властивості ґрунту. Сприяють таким процесам найбільш поширені в поліських районах бідні на поживні речовини кислі дерново-підзолисті та торфові ґрунти. На таких ґрунтах міграційна здатність основних

радіонуклідів значно вища, ніж на ґрунтах більш важкого механічного складу.

В Україні створена нормативно-правова база, що регулює весь комплекс післячорнобильських проблем. Верховна рада України прийняла і ратифікувала велику кількість законів, постанов, резолюцій і угод, спрямованих на розв'язання найскладніших проблем мінімізації наслідків катастрофи і недопущення подібних аварій у майбутньому. До проблем ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи привернута увага усього світового співтовариства Організацією об'єднаних націй та її спеціалізованим агентством МАГАТЕ вжито заходів для з'ясування реальних масштабів катастрофи, розробки заходів щодо боротьби з наслідками аварії, для посилення безпеки діючих реакторів.

Допомога потерпілим областям була зосереджена на заходах з відновлення життєдіяльності уражених радіацією регіонів, проведення дезактивації, соціальної підтримки населення, яке залишилося проживати в забруднених областях, організації медичного обслуговування. Керівники та спеціалісти володіють інформацією стосовно радіоекологічного стану землі, рівня її забруднення, достатньо точно прогнозують накопичення радіоактивного цезію рослинами та перехід його у тваринницьку продукцію. Введені в дію більш жорсткі норми оцінки рівня радіаційного забруднення продукції; проводяться регулярні обстеження людей, особливо дітей на вміст радіонуклідів в організмі, впроваджуються оздоровчі заходи, спрямовані на покращення загального радіаційного стану, зменшення надходження радіонуклідів до організму людей. Залишається актуальним визначення ризиків для здоров'я людей, вивчення впливу радіоактивного забруднення на навколишнє середовище, прогнозування стратегічних напрямів вирішення проблем розповсюдження радіонуклідів у воді, повітрі, ґрунті, вивчення можливих наслідків цих явищ для конкретних груп населення які піддаються ризику, враховуючи їх спосіб життя.

Для поліпшення якості життя громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, вважається за необхідне:

- удосконалити загальнодержавні підходи до відновлення економіки і соціальної інфраструктури на радіоактивно забруднених територіях і в місцях компактного населення із створенням умов для залучення інвестицій;
- покращити якість медичної допомоги, доступної для малозабезпеченого населення, сприяти широкій реформі охорони здоров'я;
- забезпечити проведення науково обґрунтованих системних контрзаходів, спрямованих на зниження доз внутрішнього і зовнішнього опромінення населення;
- підвищити рівень обізнаності населення щодо більш безпечного способу життя в умовах радіоактивного забруднення;
- забезпечити в повному обсязі фінансування заходів, пов'язаних з ліквідацією наслідків Чорнобильської катастрофи та соціального захисту постраждалого населення, переселенням громадян в інші регіони, забезпечення житлом інвалідів і ліквідаторів, оздоровлення дітей;
- залучити до подолання наслідків Чорнобильської катастрофи міжнародну спільноту, фінансові ресурси інших держав, в першу чергу Білорусії та Російської Федерації.

Радіаційна фізика та її реальна небезпека

1900 року німецькі учені Вальхов і Гізель повідомили про те, що ними виявлена біологічна дія радію. Довідавшись про це, П'єр Кюрі відразу піддав дії радію своє передпліччя й одержав сильний опік. Аналогічний ефект виявив й Анрі Беккерель. Переносячи пробірку з радієм у кишені, він теж отримав опік. Спочатку учені, що працювали з радіоактивними препаратами, не знали про смертельну небезпеку, яка їм загрожувала, і тому не вживали відповідних заходів безпеки. Через це два покоління Кюрі померли від променевої хвороби. Енріко Фермі прожив усього 29 роки, Ігор Курчатов — 27 років. Але навіть і тоді, коли люди стали більш обережними, ніхто не був

застрахований від нещасних випадків. Одного разу на очах одного зі співробітників лабораторії в Лос-Аламосі Слотина два шматки урану раптом почали наближатися один до одного, причому зупинити їх було нічим. Слотин різким рухом відкинув півкулі одну від одної. Реакція була перервана. З дивним спокоєм Слотин накреслив схему, на якій відзначив місце, де знаходився кожний з його співробітників у момент катастрофи, щоб обчислити дозу опромінення. «Швидка допомога» відвезла співробітників, а Слотину не довелося довго каятися у своїй нерозсудливій мужності: через дев'ять днів він помер у лікарні в страшних муках. Дія радіації призводить до появи в людини променевої хвороби, що може супроводжуватися нудотою, блювотою, загальною слабкістю, крововиливами, підвищенням температури, випаданням волосся, ураженням очей, утворенням виразок та іншими ушкодженнями.

Чорнобильська катастрофа й ліквідація її наслідків

26 квітня 1986 року на 4-му енергоблоці Чорнобильської АЕС стався вибух, що цілком зруйнував реактор. Внаслідок аварії стався викид радіоактивних речовин, у тому числі ізотопів Урану, Плутонію, Йоду-131 (період напіврозпаду 8 днів), Цезію-134 (період напіврозпаду 2 роки), Цезію-137 (період напіврозпаду 33 роки), Стронцію-90 (період напіврозпаду 28 років). Становище погіршувалося тим, що у зруйнованому реакторі продовжувалися неконтрольовані ядерні й хімічні (від горіння запасів графіту) реакції з виділенням тепла, з виверженням з розламу протягом багатьох днів продуктів горіння високорадіоактивних елементів і зараженням ними великих територій. Зупинити активне виверження радіоактивних речовин зі зруйнованого реактора удалося лише до кінця травня 1986 року ціною масового опромінення тисяч ліквідаторів. Радіоактивна хмара від аварії пройшла над європейською частиною СРСР, Східною Європою і Скандинавією. Приблизно 60 % радіоактивних опадів випало на території Білорусії. Близько 200 000 чоловік було евакуйовані із зон, що виявилися забрудненими внаслідок аварії. Викид призвів до загибелі дерев, що росли

поруч з АЕС, на площі близько 10 км². Після оцінювання масштабів радіоактивного забруднення стало зрозуміло, що необхідно евакуювати місто Прип'ять, що й було здійснено 27 квітня. У перші дні після аварії було евакуйоване населення 10-кілометрової зони. У наступні дні було евакуйоване населення інших населених пунктів 30-кілометрової зони. У результаті аварії із сільськогосподарського обороту було виведено близько 5 млн. га земель, навколо АЕС створена 30-кілометрова зона відчуження, знищені й поховані (закопані важкою технікою) сотні дрібних населених пунктів. Забрудненню піддалося більш 200 000 км², приблизно 70 % — на території Білорусії, Росії й України. Чорнобильська катастрофа за кількістю потерпілих і згубними наслідками значно перевершує атомне бомбардування Хіросіми. У результаті аварії тільки серед ліквідаторів померли десятки тисяч чоловік, у Європі зафіксовано 10 000 випадків каліцтв у немовлят, 10 000 випадків раку щитовидної залози й очікується ще 20 000. За даними організації Союз «Чорнобиль», з 600 000 ліквідаторів 10 % вже померло й 162 000 стало інвалідами. Найбільші дози одержали приблизно 1000 чоловік, що знаходилися поруч з реактором у момент вибуху й брали участь в аварійних роботах у перші дні після нього. Ці дози варіювалися від 2 до 20 грей (Гр) і в ряді випадків виявилися смертельними. Героїчними зусиллями удалося ліквідувати пожежу, після чого над зруйнованим реактором спорудили «саркофаг» — бетонну конструкцію, яка захищає усіх від поширення радіаційного забруднення. Зараз усі блоки Чорнобильської АЕС виведені з експлуатації. Готується новий проект будівництва більш сучасного саркофага.

Не допустити нової Хіросіми й Нагасакі!

Доктрина ядерної війни була прийнята в США відразу після Другої світової війни. На першому етапі розглядалася можливість ведення загальної ядерної війни, для якої характерно необмежене, масоване й сконцентроване за часом застосування усіх видів ядерної зброї, як по військових, так і по цивільних цілях у сполученні з іншими засобами.

Перевага в такого роду конфлікті повинна була мати сторона, яка першою завдасть масований ядерний удар по території супротивника з метою знищення його ядерних сил. Однак така атака могла не принести бажаного ефекту, оскільки створювала значну ймовірність нанесення відповідного удару по великих містах і промислових центрах. Крім того, виділення величезної кількості енергії в результаті вибухів, викиди сажі й попелу внаслідок пожеж (так звана «ядерна зима» чи «ядерна ніч») і радіоактивне зараження мали б катастрофічні наслідки для життя на всій Землі. Прямо чи побічно в таку війну — «третю світову» — виявилися б утягнуті всі чи більшість країн світу. Існувала ймовірність того, що розв'язання такої війни призвело б до загибелі людської цивілізації, глобальної екологічної катастрофі.

Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ) попереджає: **загроза ядерної війни зростає у 20 разів.**

Найближчим часом ядерну зброю можуть мати 20 країн. Єдиний шлях запобігти цьому — якомога швидше прийняти міжнародні угоди, що забороняють ядерні випробування. Людство переживає зараз період, що ввійде в історію, як час найбільшої битви за мир, час, коли вирішувалося, бути життю на Землі чи не бути. Ситуація дуже складна. Сьогодні дедалі частіше лунають голоси проти Договору про нерозповсюдження ядерної зброї, що обмежує кількість ядерних держав. З огляду на сучасний розвиток технологій, ядерну зброю можна одержати за умови мінімальної витрати сил і коштів. Якщо півстоліття тому вартість розробки ядерної зброї доходила до 40 млрд. доларів, то тепер потрібно не більше 300 млн. Цікаве порівняння: полк сучасних винищувачів з 24 машин коштує усього 1,5 млрд. доларів.

Ядерна зброя стає дедалі доступнішою!

Мільйони людей по всій Землі повинні зрозуміти: залишатися пасивними не можна. Не боротися за мир — значить загинути!

«Гарна наука — фізика! Тільки життя коротке».

Ці слова належать ученому, що зробив у фізиці надзвичайно багато. Це сказав академік Ігор Васильович Курчатov, творець першої у світі атомної електростанції.

Перевір себе

<p>Варіант 1.</p> <p>1. Визначте, скільки протонів і нейтронів в ядрі атома берилію ${}^9_4\text{Be}$.</p> <p><input type="checkbox"/> Z=9, N=4. <input type="checkbox"/> Z=5, N=4. <input type="checkbox"/> Z=4, N=5.</p> <p>2. Ядро якого хімічного елемента утворюється при альфа - розпаді радію?</p> <p>${}^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ? + {}^4_2\text{He}$.</p> <p><input type="checkbox"/> Радон <input type="checkbox"/> Уран <input type="checkbox"/> Кальцій</p> <p>3. Визначте невідомий продукт ядерної реакції</p> <p>${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{27}_{12}\text{Mg} + ?$.</p> <p><input type="checkbox"/> електрон <input type="checkbox"/> протон <input type="checkbox"/> альфа-частинка</p> <p>4. Назвіть хімічний елемент, у ядрі атома якого 143 нейтрони і 92 протони.</p> <p><input type="checkbox"/> Радій <input type="checkbox"/> Плутоній <input type="checkbox"/> Уран</p> <p>5. Чому дорівнює заряд ядра?</p> <p><input type="checkbox"/> заряду атома <input type="checkbox"/> заряду електрона <input type="checkbox"/> заряду всіх електронів <input type="checkbox"/> ядро не має заряду</p> <p>6. Маса протона приблизно дорівнює масі</p> <p><input type="checkbox"/> електрона <input type="checkbox"/> нейтрона <input type="checkbox"/> 100г <input type="checkbox"/> 1a.o.m.</p> <p>7. Явище радіоактивності було відкрито:</p> <p><input type="checkbox"/> Резерфордом <input type="checkbox"/> Кюрі <input type="checkbox"/> Беккерелем</p> <p>8. Паливом для атомної станції є:</p> <p><input type="checkbox"/> будь-яка радіоактивна речовина <input type="checkbox"/> Уран <input type="checkbox"/> Радій</p> <p>9. Ядерна енергія на АЕС перетворюється безпосередньо в</p> <p><input type="checkbox"/> у теплову</p>	<p>Варіант 2.</p> <p>1. Визначте кількість протонів і нейтронів в ядрі атома заліза ${}^{56}_{26}\text{Fe}$.</p> <p><input type="checkbox"/> Z=26, N=56. <input type="checkbox"/> Z=26, N=30. <input type="checkbox"/> Z=56, N=30.</p> <p>2. Ядро якого хімічного елемента утворюється при бета - розпаді вуглецю?</p> <p>${}^{14}_6\text{C} \rightarrow ? + {}^0_{-1}\text{e}$.</p> <p><input type="checkbox"/> Азот <input type="checkbox"/> Фтор <input type="checkbox"/> Кисень</p> <p>3. Визначте невідомий продукт ядерної реакції</p> <p>${}^{239}_{94}\text{Pu} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{242}_{96}\text{Am} + ?$.</p> <p><input type="checkbox"/> протон <input type="checkbox"/> електрон <input type="checkbox"/> Нейтрон</p> <p>4. Число нуклонів у ядрі берилію</p> <p><input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 13</p> <p>5. Число протонів у ядрах ізотопів</p> <p><input type="checkbox"/> є однаковими <input type="checkbox"/> є різними</p> <p>6. Число нейтронів у ядрах ізотопів</p> <p><input type="checkbox"/> є однаковими <input type="checkbox"/> є різними</p> <p>7. Які невідомі раніше хімічні елементи відкрили П. Кюрі та М. Склодовська</p> <p><input type="checkbox"/> Уран і Торій <input type="checkbox"/> Полоній і Радій <input type="checkbox"/> хімічні елементи з порядковим номером 84 і вище</p> <p>8. бета – випромінювання – це</p> <p><input type="checkbox"/> потік електронів <input type="checkbox"/> потік ядер Гелію <input type="checkbox"/> електромагнітні хвилі</p> <p>9. Серцем атомної електростанції є:</p> <p><input type="checkbox"/> електродвигун <input type="checkbox"/> парова турбіна <input type="checkbox"/> ядерний реактор</p> <p>10. З яких компонентів складається радіаційний фон Землі?</p>
---	--

<input type="checkbox"/> у електричну <input type="checkbox"/> ядерний реактор 10. Що таке альфа – випромінювання? <input type="checkbox"/> потік ядер водню <input type="checkbox"/> потік ядер гелію <input type="checkbox"/> потік нейтронів 11. Для зясування природи радіоактивного випромінювання його пропустили крізь: <input type="checkbox"/> свинець <input type="checkbox"/> електричне поле <input type="checkbox"/> магнітне поле 12. Найбільш інтенсивне випромінювання дає: <input type="checkbox"/> Радій <input type="checkbox"/> Уран <input type="checkbox"/> Торій	<input type="checkbox"/> Космічне випромінювання; <input type="checkbox"/> випромінювання штучних радіонуклідів; <input type="checkbox"/> космічне випромінювання, випромінювання природних і штучних радіонуклідів. 11. Відстані, на яких діють ядерні сили: <input type="checkbox"/> є більшими від розміру ядра <input type="checkbox"/> є набагато меншими за розмір ядра <input type="checkbox"/> порівнювальні з розміром ядра 12. бетта – випромінювання – це <input type="checkbox"/> потік електронів <input type="checkbox"/> потік ядер Гелію <input type="checkbox"/> електромагнітні хвилі
--	---

Домашнім завданням для вас буде написати творче есе на тему: «Майбутнє АЕС»