

# ВЧЕНІ ВІДЧУВАЮТЬ "ДИХАННЯ" РЕАКТОРА

Чорнобильська катастрофа змусила вчених України зосередити увагу на дослідженні радіаційних процесів, що відбуваються під час аварій на атомних електростанціях. Непередбачувані людством наслідки використання енергії атома підштовхнули фахівців до розроблення низки превентивних контрзаходів на випадок порушення режиму експлуатації АЕС, напрацювання методик прогнозування концентрації радіонуклідів, математичного моделювання радіаційних умов, вироблення стратегій поведінки в надзвичайних ситуаціях тощо. Активізації робіт у цих напрямках сприяло створення безпосередньо в Чорнобилі Інституту проблем безпеки атомних електростанцій НАН України, діяльність якого висвітлена в даній публікації

Атомна енергетика, безумовно, належить до пріоритетних галузей економіки, оскільки вітчизняні АЕС генерують близько 45 % загального обсягу виробленої електроенергії в країні. Водночас ця галузь – одна з найпроблемніших у промисловому комплексі, адже терміни експлуатації її 13 енергоблоків здебільшого добігають кінця. Загалом, на думку фахівців, стан атомних реакторів сьогодні не відповідає сучасним стандартам безпеки, а поведінка з радіоактивними відходами – екологічним нормам. Своїми думками про ці та інші проблеми галузі поділився Олександр Ключников, академік НАН України, директор Інституту проблем безпеки атомних електростанцій (ІПБ АЕС) Національної академії наук України.

Вчений, зокрема, вважає, що становлення України як незалежної держави, котра володіє потужним потенціалом атомної енергетики, вимагає створення й розвитку власної національної системи науково-технічного, проектного та інженерного супроводу заходів, спрямованих на модернізацію й розвиток цієї важливої галузі. ІПБ АЕС провадить свою діяльність у таких основних напрямках:

- напрацювання заходів для підвищення рівня безпеки та ефективності експлуатації АЕС;
  - технології утилізації радіоактивних відходів;
  - розроблення і впровадження технологій виведення з експлуатації енергоблоків АЕС;
  - дослідження об'єкта "Укриття" та науковий супровід робіт із перетворення його на екологічно безпечну систему;
  - дослідження властивостей речовин та прогнозування стану матеріалів, що містять ядерне паливо;
  - розв'язання технологічних, медико-біологічних і радіоекологічних проблем, пов'язаних із перетворенням об'єкта "Укриття" на екологічно безпечну систему;
  - проектування об'єктів та обладнання для поведінки з радіоактивними відходами, в тому числі сховищ для їх захоронення;
  - транспортування ядерних матеріалів та радіоактивних речовин.
- Відповідно до поставлених завдань, фахівці Інституту зосередили свої дослідження у двох напрямках: роботи з безпечної експлуатації атомних електростанцій; розв'язання проблем об'єкта "Укриття" та виведення ЧАЕС із експлуатації.

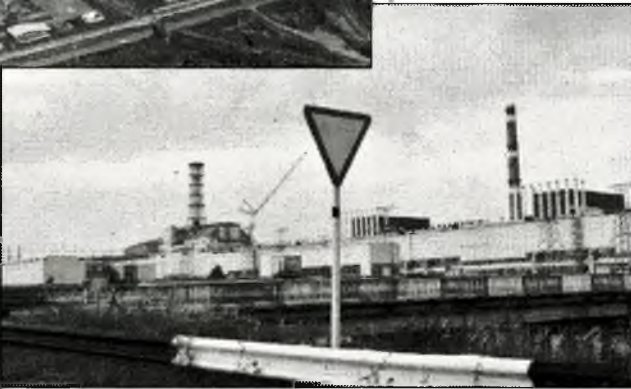
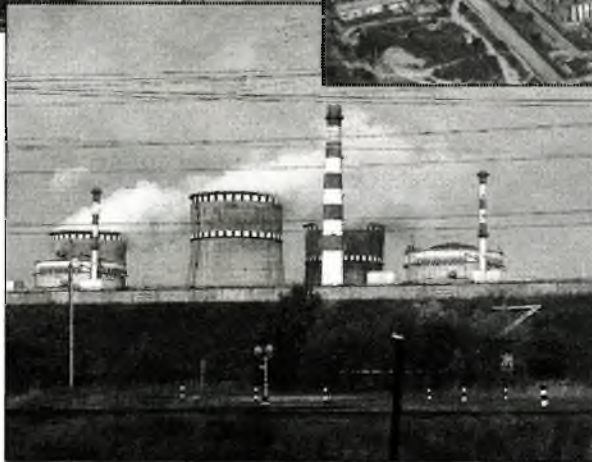
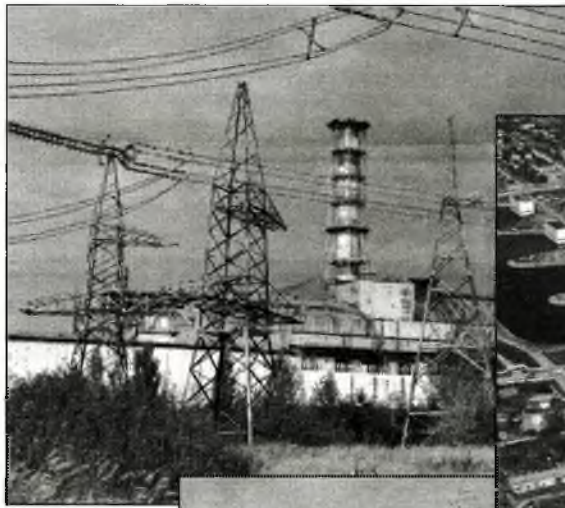
## МЕТОДИ Й ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ РЕАКТОРІВ

Одним із фундаментальних завдань сучасної атомної енергетики є підвищення якості діагностики обладнання ядерно-енергетичних установок (ЯЕУ). Системи реакторної діагностики покращують не лише безпеку експлуатації ЯЕУ, своєчасно виявляючи й прогно-

зуючи вихід із ладу устаткування, але й економічність використання ядерного палива й роботи АЕС загалом.

Нині значного поширення в світі набули системи реакторної діагностики, основані на аналізі реакторних шумів. У багатьох країнах провадяться інтенсивні дослідження з розвитку систем нейтронно-шумової діагностики, а в Україні такі системи майже не використовують. Саме цим зумовлена потреба розроблення методів математичного аналізу і відповідних технічних засобів та їх адаптації до умов українських АЕС.

Зокрема, у відділенні атомної енергетики розробляють методичні засади ідентифікації стану та діагностики ЯЕУ із застосуванням



методів акустичної діагностики для моніторингу найбільш важливих характеристик реактора, як-от: вібростан внутрішньокорпусних пристроїв, виявлення сторонніх предметів у контурі теплоносія, ідентифікації протікань тощо. А для контролю трубопроводів АЕС запропоновано спосіб "вимірювання величини малої протічки" (патент України на винахід), який ґрунтується на вимірюванні концентрації важких аеріонів радіолітичного походження в герметичних приміщеннях ядерного реактора. Як свідчать результати стендових досліджень, цей спосіб перевищить чутливість штатного способу вимірювання протікань із першого контура реактора у 8-10 разів.

## ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ АЕС

Аналіз інцидентів на українських АЕС свідчить, що значна їх частка (від 20

до 40 %) спричинена недостатньою надійністю електротехнічного обладнання. Це обумовило необхідність проведення досліджень із вивчення ролі й місця основного енергетичного й електротехнічного обладнання в комплексі заходів безпеки енергоблоків АЕС, а також розроблення, обґрунтування і впровадження системного підходу до забезпечення надійної і ефективної експлуатації АЕС.

Спільно з ОАО "Укргідроенерго" й ІЕД НАН України розроблені й обґрунтовані основні принципи забезпечення штатних режимів експлуатації електротехнічного обладнання енергоблоків АЕС у межах створення єдиних енергетичних комплексів "АЕС + ГЕС (ГАЕС)".

Учені винайшли технічний спосіб підвищення безпеки, надійності та ефективності роботи енергоблоку АЕС, розширивши його діапазон регулювання реактивної потужності. Суть цього способу в тому, що в одному з ланцюгів енергоблоку встановлюють асинхронні

241Ам, що дало змогу оцінити величину інгаляційних доз біля отворів, у локальній зоні ОУ і на проммайданчику ЧАЕС.

## ВИВЕДЕННЯ АЕС ІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

У зв'язку з відсутністю необхідного досвіду в Україні і світі, недосконалістю чинних нормативних документів потрібно розробити методичні рекомендації для виведення з експлуатації блоків АЕС, науково-технічного супроводу цього процесу. Ця робота передбачає аналіз світового досвіду, напрацювання методичних рекомендацій для комплексного інженерного й радіаційного обстеження та визначення оптимального варіанту виведення АЕС із експлуатації, оцінку фінансових витрат тощо. Водночас формується регламент радіаційного контролю енергоблоку АЕС і розробляється план захисту персоналу в разі радіаційної аварії на ньому, структура і зміст програми поведінки з радіоактивними відходами після виведення АЕС із експлуатації.

У 2007 році на Хмельницькій АЕС було встановлено і введено в дослідну експлуатацію програмно-технічний комплекс (Азот-16-ПГ) для визначення протікання в парогенераторах із 1-го до 2-го контуру методом реєстрації гамма-випромінювання  $^{16}\text{N}$  у гострій парі.

## УЗАГАЛЬНЕННЯ НАУКОВОГО ДОРОБКУ

Фахівці ІПБ АЕС доклали чимало зусиль для розроблення спільно з Міжнародним консорціумом (Bechtel International Systems, USA, Electricite' de France, Battelle Memorial Institute, USA) у складі КСК документа "Концептуальний проект (ТЕО) нового безпечного конфайнменту (НБК)", який визначає стратегію робіт із перетворення об'єкта "Укриття" на екологічно безпечну систему.

Науковці АЕС отримали низку патентів на винаходи, серед яких патенти на "Пристрій для виділення альфа-активного аерозолю техногенного походження із повітряного середовища", "Спосіб піродеактивації металевих радіоактивних відходів", "Спосіб формування захисного локалізуючого покриття", "Пристрій для експресної оцінки радіоактивних аерозолів", "Пристрій для вимірювання кутового розподілу інтенсивності гамма-випромінювання", "Спосіб вимірювання кутового розподілу інтенсивності гамма-випромінювання", "Спосіб виявлення малих протічок води", "Енергоблок атомної електростанції".

18 ліцензій, дозволів, сертифікатів якості дають інституту змогу працювати в усіх напрямках розвитку атомної енергетики. Наявність зазначеної документації підтверджує спроможність ІПБ АЕС завершити низку актуальних досліджень, передаючи свої прикладні розробки для штатної експлуатації на АЕС.

Підготував Володимир ЯРОШЕНКО  
за матеріалами:  
Вісник НАН України 2010, № 4

зований турбогенератор, а в іншому – синхронний. Винахід запатентовано, як корисну модель.

## ПРЕВЕНТИВНІ КОНТРЗАХОДИ

Гарантування безпеки персоналу ядерно-радіаційних об'єктів, населення й довкілля посідає одне з головних місць у проблемі безпеки АЕС. Працюючі атомні електростанції майже не забруднюють довкілля радіоактивними речовинами. Проте можливі їх викиди в навколишнє середовище в разі недотримання нормального режиму експлуатації АЕС. Отже, одним із основних завдань є надійний контроль довкілля.

На основі результатів моніторингу за допомогою фільтро-вентиляційних установок і багатокаскадних імпакторів стихійних викидів із об'єкта "Укриття" й поширення радіоактивного аерозолю навколо нього, отримано функції розподілу активності за розмірами часток і швидкості вилугування  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  і