

**І.М. НЕКЛЮДОВ,  
академік НАН України,  
академік-секретар  
Відділення ядерної фізики та енергетики НАН України**

За оцінками Міжнародного енергетичного агентства, споживання енергії у світі за останні 30 років зростає зі швидкістю понад 3% на рік. Приріст народонаселення (до 2% на рік) та економічний розвиток у XXI ст., за прогнозами експертів, призведуть до підвищення світового виробництва продукції в 3–5 разів — до 2050 і в 10–15 — до 2100 року. Це потребуватиме збільшення енергозабезпечення у 3–5 разів.

Ось чому світова спільнота уважно обговорює стратегію розвитку енергетики, яка забезпечила б стійкість систем енергопостачання на тривалу перспективу і гнучкість їхньої реакції на безперервні зміни технологічної, політичної та економічної ситуації.

Зростання кількості населення Землі, виснаження запасів органічного палива, вплив парникового ефекту, відсутність альтернативних джерел необхідної енергопотужності підвищують роль ядерної енергетики у світовій економіці.

Нині у 30 країнах світу функціонують понад 440 і споруджуються ще 24 ядерні енергоблоки. За виробництвом електроенергії на АЕС Україна входить до вісімки, а за часткою одержуваної електроенергії у її загальному обсязі — до п'ятірки країн світу. Вітчизняна ядерна енергетика стала одним із головних джерел виробництва енергії, важливим чинником забезпечення енергетичної незалежності держави.

Упродовж 1990–2005 років виробництво електроенергії на вітчизняних АЕС зросло з 76,2 до 88,78 млрд кВт·год, тоді як на ТЕС — знизилося з 201,8 до 73 млрд кВт·год. Отже, в цей складний для України період атомна енергетика залишалася єдиним стійким джерелом електроенергії.

В Україні на чотирьох атомних електростанціях сьогодні діють 13 ядерних енерго-

блоків ВВЕР-1000 і 2 енергоблоки ВВЕР-440 з установленою потужністю 13835 МВт. В енергетичній стратегії нашої держави до 2030 р. атомній енергетиці відведене почесне місце.

Однак подальший її розвиток потребує розв'язання значної кількості завдань і залежить від безпечності й ефективності роботи нині діючих АЕС. У наступному десятилітті завершується запроєктований термін експлуатації 12 з 15 енергоблоків українських АЕС. Загалом параметри, які характеризують стан ядерної та радіаційної безпечності енергоблоків, останнім часом не виходили за межі нормативних значень, а радіаційна захищеність обслуговуючого персоналу і населення забезпечувалася на достатньому рівні. Однак економічна криза і пов'язана з нею криза платежів призвели до того, що енергетика, зокрема ядерна, протягом багатьох років кредитувала економіку країни. Борг споживачів перед ядерною енергетикою перевищує вартість річного виробництва електроенергії на АЕС.

Для надійного функціонування ядерно-енергетичного комплексу слід розв'язати такі актуальні завдання:

- ✦ забезпечення гарантованого постачання свіжого ядерного палива та утилізації відпрацьованого;
- ✦ безпечне поводження з радіоактивними відходами;
- ✦ постачання необхідних обладнання, матеріалів і запасних частин;
- ✦ відповідний рівень науково-інженерної та проектно-конструкторської підтримки.

Разом з тим для ефективного використання існуючих потужностей, особливо запланованих до введення нових ядерних енергоблоків, надзвичайно важливим є створення

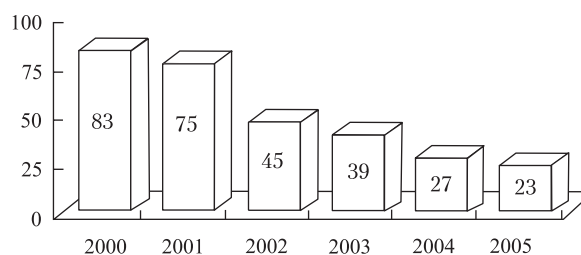
відповідної інфраструктури — маневрових і пікових потужностей, системоутворювальних і розподільних ліній електропередач для постачання енергії АЕС споживачам.

Завдяки реалізації заходів «Комплексної програми модернізації та підвищення безпеки енергоблоків атомних електростанцій» вітчизняні АЕС запрацювали стабільніше, кількість порушень у їхній роботі знизилася, як і випадків зупинок із спрацьовуванням аварійного захисту (рисунки).

Національна академія наук України завжди приділяла велику увагу проблемам атомної енергетики. Враховуючи важливість і наукоємність розвитку вітчизняного ядерно-енергетичного комплексу і необхідність ефективнішого використання потенціалу академічних інститутів у розв'язанні злободенних питань ядерної енергетики України, у 2004 р. у структурі НАН України було створене Відділення ядерної фізики та енергетики. Воно працює у тісній взаємодії з відділеннями фізики і астрономії, фізико-технічних проблем матеріалознавства, фізико-технічних проблем енергетики, наук про Землю та іншими підрозділами Академії.

Основними проблемами ядерної енергетики, у розв'язанні яких беруть участь організації НАН України, є:

- безперервне підвищення безпечності й експлуатаційної надійності всіх систем керування та обладнання атомних реакторів;
- проведення робіт з ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи;
- безпечне зберігання відпрацьованого ядерного палива і радіоактивних відходів;
- науково-технічне обґрунтування спроможності подовження терміну експлуатації ядерних енергоблоків, проектний ресурс яких завершується у наступному десятилітті;
- створення оптимальної інфраструктури для надійної, безпечної роботи і подальшого розвитку ядерної енергетики в Україні.



Динаміка порушень у роботі АЕС України впродовж 2000–2005 років

Особлива увага сьогодні приділяється науково-технічному обґрунтуванню подовження ресурсу експлуатації корпусів реакторів та інших систем обладнання АЕС. У розв'язанні цієї проблеми беруть участь багато установ НАН України спільно з НАЕК «Енергоатом» і безпосередньо з атомними електростанціями. Нагадаємо лише про деякі науково-технічні розробки в цьому напрямі.

Національним науковим центром «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України спільно з АЕС виконано комплекс науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт зі створення та впровадження методів вирізання темплетів для мікроразків з метою безпосереднього контролю структури і властивостей основного обладнання і трубопроводів енергоблоків після тривалої експлуатації. Дослідження темплетів із зварних швів головних циркуляційних трубопроводів Південноукраїнської, Рівненської та Запорізької АЕС дали змогу науково обґрунтувати можливість подовження терміну роботи основного циркуляційного трубопроводу після 100 тис. год служби ще на 50 тис. год.

Заплановано комплекс заходів з реалізації вирізання темплетів із зовнішньої та внутрішньої поверхонь корпусів реакторів для безпосереднього контролю за їхніми механічними властивостями і структурним станом до і після експлуатації. На підставі детального вивчення причин передчасного руйнування теплообмінних труб парогенераторів складено атлас експлуатаційних дефектів, який можна використати у дефектоскопії теплооб-

мінних труб на стадії ухвалення рішень про можливість подовження періоду експлуатації основного обладнання ядерних енергоблоків.

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона спільно з Інститутом ядерних досліджень розробили типову програму контролю властивостей корпусів реакторів за зразками-свідками. Створено технологію зварювання у вузький зазор трубопроводу парогенератора ВВЕР-1000 (шов 111), запропоновано технологію герметизації контейнерів для зберігання відпрацьованого ядерного палива. Розробляється технологія виготовлення композитних зварних з'єднань трубопроводів другого контуру з метою подовження ресурсу їх експлуатації. У ДКТБ Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона виготовлено спеціальні вихорострумові зонди, які від 2001 р. постачають на Запорізьку і Хмельницьку АЕС для неруйнівного контролю труб парогенераторів.

Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України розробив функціональне районування Чорнобильської зони відчуження, виконав дослідження з комплексного екологічного моніторингу в зоні Ташлицької ГАЕС й Олександрійської ГЕС, які входять до складу Південноукраїнського енергетичного комплексу. Це дало змогу обґрунтувати систему природоохоронних заходів, схвалених для реалізації.

В Інституті електрофізики і радіаційних технологій НАН України розроблено тепловізійні технології діагностики і контролю безпеки експлуатації обладнання і споруд АЕС, які базуються на виявленні прихованих дефектів методом інфрачервоної радіометрії. Зафіксовано аномальне зниження температури на ділянці зварних швів циліндра високого тиску, який має захисну теплоізоляційну оболонку. Це вказує на можливість наявності в зварних швах тріщин або свищів.

АЕС України цілком залежать від постачання ядерного палива з Росії, у процесі ви-

готовлення якого частково використовуються сировина і матеріали українського походження. У нас є два шляхи забезпечення своїх АЕС ядерним паливом:

— створення власного його виробництва (але ці завдання досить тривалі: за умови відповідного фінансування і вжиття жорстко контрольованих заходів побудувати завод з виробництва ядерного палива в Україні можливо не раніше 2015 р.);

— пошук альтернативних постачальників палива, що дасть можливість закупівлі його на тендерній основі (певною мірою це вже сьогодні реалізується).

Погоджено технічне рішення про експлуатацію паливного завантаження реактора енергоблока № 3 Південноукраїнської АЕС з шістьма дослідними тепловидільними збірками (ТВЗ) виробництва фірми Westinghouse (США). З серпня 2005 р. триває дослідна експлуатація цих ТВЗ. Офіційно ухвалено рішення щодо подовження часу виконання проекту і постачання для реактора Південноукраїнської АЕС ще 42 ТВЗ. Після закінчення їх дослідної експлуатації з'явиться можливість організації закупівлі таких збірок для вітчизняних АЕС на тендерній основі від двох постачальників.

В Україні є широкий асортимент різних матеріалів і передові технології у галузі обробки, машинобудування, зварювання. Ми маємо чималі запаси урану, цирконію, гафнію — основних компонентів для виробництва паливних касет й елементів систем керування реакторами та їхнього захисту. Наші наукові установи нагромадили великий досвід і зробили визначний внесок у розвиток атомної науки і техніки колишнього СРСР. Україна має науково-технічний і промисловий потенціал для виготовлення власних елементів ядерного паливного циклу.

Однак створення замкнутого паливного циклу, для реалізації якого необхідні значні капіталовкладення, бо виробництва ізотопного збагачення урану і регенерації відпра-

цьованого ядерного палива надзвичайно дорогі й енергоємні, є передчасним.

Найефективніший шлях, на наш погляд, за існуючого парку енергоблоків «радянської» конструкції, — це посилення кооперації з Росією у виробництві ядерного палива для вітчизняних АЕС. Причому в цю кооперацію Україна має входити з максимально можливим внеском як власних сировинних ресурсів урану і цирконію, так і вітчизняних технологічних та виробничих можливостей.

Особливу увагу слід приділити розробці нових, гарантовано безпечних ядерних джерел енергії. Тому спільно з науковими центрами Російської Федерації та інших країн у НАН України здійснюються дослідження:

- ♦ реакторів з керуванням ланцюговою реакцією поділу ядер за допомогою зовнішнього джерела нейтронів;
- ♦ високотемпературних гелієвих реакторів, зокрема для виробництва водню;
- ♦ рідкосольових реакторів на швидких нейтронах;
- ♦ енергетичних термоядерних установок.

З цих напрямів установами НАН України запропоновано кілька проектів для реалізації в рамках конкурсної програми ІНПРО МАГАТЕ.

Отже, зробимо деякі висновки.

Для безпечної експлуатації діючих реакторів, підвищення економічної ефективності українських атомних електростанцій необхідні подальші дослідження і розробки за такими напрямками:

- ♦ модернізація та реконструкція ядерних енергоблоків з метою посилення їх безпечності і забезпечення ефективної експлуатації всього обладнання АЕС;
- ♦ створення нових систем діагностики обладнання, наукове обґрунтування і розробка нормативних документів для подовження на 10–15 років терміну безпечної роботи енергоблоків;
- ♦ розробка і реалізація програми поводження з відпрацьованим ядерним паливом і радіоактивними відходами;
- ♦ підготовка і науковий супровід зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики;
- ♦ вибір і будівництво нових атомних енергоблоків з підвищеним рівнем безпечності;
- ♦ дослідження і розробка ядерно-енергетичних установок четвертого покоління з високою ефективністю і гарантованою керованістю;
- ♦ створення оптимальної інфраструктури забезпечення надійного і безпечного функціонування та розвитку ядерної енергетики в Україні;
- ♦ упровадження нових технологій радіаційного контролю з підвищеною чутливістю і можливостями інтелектуальних систем обробки й аналізу інформації та вдосконалення засобів фізичного захисту ядерних об'єктів для запобігання радіаційному тероризму;
- ♦ поліпшення і розширення системи підготовки і перепідготовки висококваліфікованих спеціалістів для підприємств ядерно-енергетичного комплексу України.

**С.І. ПИРОЖКОВ,**  
**академік НАН України,**  
**директор Інституту демографії та соціальних досліджень НАН України**

Сьогодні, в умовах політичної нестабільності, стає особливо актуальним обґрунтування стратегічних інтересів держави у контек-

сті викликів і загроз сучасного світу, який, незважаючи на уроки трагічних подій ХХ — початку ХХІ ст., не став безпечнішим і стабільним.